

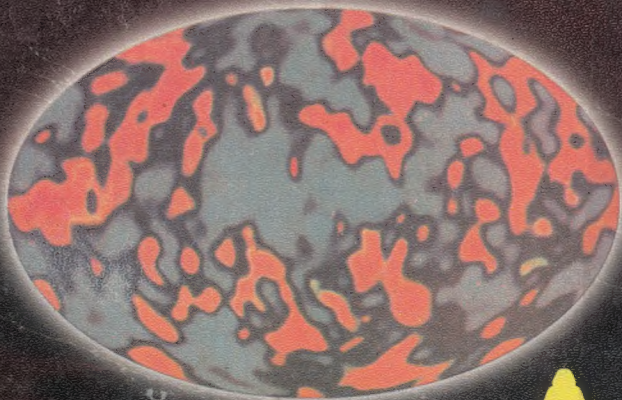
مهرجان القراءة للجميع

الأعمال العلمية

مكتبة  
الأسرة  
1999

# أسرار الأرض

ترجمة: هاشم أحمد محمد



الهيئة المصرية العامة للكتاب



أسرار الأرض



# أسرار الأرض

ترجمة : هاشم أحمد فؤاد



## مهرجان القراءة للجميع ٩٩

مكتبة الأسرة

برعاية السيدة سوزان مبارك

(سلسلة الأعمال العلمية)

أسرار الأرض

ترجمة : هاشم أحمد فؤاد

الجهات المشاركة:

جمعية الرعاية المتكاملة المركزية

وزارة الثقافة

وزارة الإعلام

وزارة التعليم

وزارة التنمية الريفية

المجلس الأعلى للشباب والرياضة

التنفيذ : هيئة الكتاب

الغلاف

والإشراف الفني:

الفنان: محمود الهندي

المشرف العام:

د. سمير سرحان

## على سبيل التقديم

---

وتمضى قافلة «مكتبة الأسرة» طموحة منتصرة كل عام،  
وها هي تصدر لعامها السادس على التوالى برعاية كريمة  
من السيدة سوزان مبارك تحمل دائماً كل ما يثرى الفكر  
والوجدان ... عام جديد ودورة جديدة واستمرار لإصدار  
روائع أعمال المعرفة الإنسانية العربية والعالمية فى تسع  
سلاسل فكرية وعلمية وإبداعية ودينية ومكتبة خاصة  
بالشباب. تطبع فى ملايين النسخ الذى يتلهاها شبابنا  
صباح كل يوم .. ومشروع جيل تقوده السيدة العظيمة  
سوزان مبارك التى تعمل ليل نهار من أجل مصر الأجمل  
والأروع والأعظم.

د. سمير سرحان

---





## مقدمة

نحن نعيش في زمن ، تسلح فيه الانسان بقدر وافر من العلم . واستطاع الانسان بواسطته أن يبتكر وسائل تقنية جديدة ساعدته على تطوير أسلوب حياته ومعيشته ، واستطاع أن يقهر الأمراض التي كانت تفتك به وبمصادر غذائه في الماضي . وكان للعلم دور كبير في ابتكار وسائل حديثة لزراعة المحاصيل الغذائية ، من خلال تهجين سلالات ذات مقاومة عالية للظروف المحيطة به وتعطى إنتاجية عالية .

كما تمكن الانسان بواسطة العلم من غزو الفضاء ، للتعرف على الكواكب الأخرى ، ومدى امكانية ملائمتها لحياة الانسان ، وسير الانسان بالعلم أغوار المحيطات ، وتعرف على الكائنات الحية التي تعيش في البحار .

وقد حث القرآن الكريم والسنة النبوية على تعلم العلم ، لكي يعمر الانسان الأرض ، التي استخلفه الله عليها . ولست في حاجة الى أن أقول أن العلم هو مقياس تحضر الأمم وقوتها . فعندما تسلح المسلمون بالعلم نشروا الحضارة في كافة أرجاء

المعمورة ، وعندما ابتعدوا عن العلم والعلماء تخلفوا وأصبحوا  
من دول العالم الثالث أو دول العالم المتخلف .

ومن هنا أدعوك يا عزيزي القارئ أن تتخذ العلم سلاحك  
لكي تفيد به نفسك ووطنك الذي يحتاج الى عقول الشباب  
المفكر الواعي .

وهذا الكتاب « أسرار الأرض » ، هو الجزء الأول  
لموسوعة وأجوبة من كنوز المعرفة ، التي أتشرف بتقديمها تباعا ،  
ويتضمن هذا الكتاب التعرف على البراكين والزلازل وأسباب  
حدوثها ، والأنهار من أين تبدأ والى أين تصب مياهها ، كما  
ستتعرف على أعلى درجات الحرارة في العالم ، الى الرياح  
التجارية والطقس والمناخ ، وعمر الأرض ونشوء القارات ،  
الى غيرها من الموضوعات الشيقة .

وسوف تشمل الأجزاء التالية من هذه السلسلة على  
الآتى :

- الجزء الثاني : أسرار الجسم .
  - الجزء الثالث : أسرار الحيوان .
  - الجزء الرابع : عالم الفنون .
  - الجزء الخامس : مغامرات مدهشة .
  - الجزء السادس : أسرار التاريخ .
- والله ولى التوفيق

المترجم

## ما هو البركان ؟

في السابع والعشرين من اغسطس سنة ١٨٨٣ ، انفجر جبل كراكاتوا (Krakatoa) بمضيق ساندرال الذي يقع بين جزر سومطرة وجاوة ، وقذف بنحو عشرون كيلو مترا مكعبا من الصخور والغبار ، لارتفاع بلغ ثلاثين كيلو مترا .

واصطبغت صفحة السماء فوق الجبل باللون الأسود ، عندما تساقطت الأمطار الغزيرة المحملة بالرماد فوق مساحات شاسعة ، وكانت تكتسح الأرض بسرعة مترا واحدا في الساعة . وخلق الانفجار موجة مدية ، قتلت ما يربو على ٣٦٠٠٠ شخص ، وكان دويها يسمع على بعد خمسة آلاف كيلو مترا تقريبا في امسترايا .

كانت قوة انفجار هذا البركان الرهيب تعادل عدة مرات ، الانفجار الذي أحدثته القنبلة الهيدروجينية التي صنعها البشر .

ولحسن الحظ ، فإن حدوث مثل هذه الانفجارات البركانية المدمرة ، تعتبر من الحوادث النادرة التي تتكرر على مدى الحياة . وبرغم ذلك ، تحدث الأنشطة البركانية بصورة دائمة في بعض المناطق فوق سطح الأرض .

ما هو البركان اذن ؟ البركان في أبسط صوره ، هو فتحة في قشرة الأرض تنفث أو تنفجر من خلالها الغازات الحارة والصخور المنصهرة . وتسمى الصخور المنصهرة بالحجم ( لافا ) ، وهي تأتي من أعماق تحت سطح الأرض ما بين ثلاثين الى ستين كيلو مترا .

وهناك مثال آخر شهير لبركان متفجر ، هو جبل بليي (Mount Pelee) في جزيرة مارتنيك ، الواقعة بالبحر الكاريبي . ففي عام ١٩٠٢ ، كانت مدينة سانت بطرس تقع بالقرب من سفح الجبل . ثم حدث في صباح يوم الثامن من مايو من نفس العام ، أن انفتح شرخ كبير في أحد جوانب الجبل ، وعلى أثره حدث انفجار عنيف من البخار والرماد ، اندفع من فتحة الجبل وصحبته زمجرة مروعة ، وفي أقل من دقيقة ، أصبحت مدينة سانت بطرس كومة هائلة من دخان الحجارة المتكسرة . وذكرت التقارير أن الحادث لم ينجو منه سوى شخص واحد من بين ثلاثين ألفا من سكان المدينة ، الذين ماتوا

في الحادث . وقد أُنقذ هذا الشخص لأنه ظل حبيسا في قاع  
بئر .

وكانت هناك كارثة مشابهة لحادث مدينة سانت بطرس ،  
والتي أُنقذت المدينة الرومانية بومبيي (Pompeii) ، عندما  
انفجر بركان فيزوف ، في الرابع والعشرين من أغسطس عام  
تسعة وسبعون ميلادية . فسرعان ما دفنت مدينة بومبيي وسكانها  
تحت طبقة كثيفة من الرماد البركاني والغبار ، وحفظت لعلم  
الآثار القديمة ، هذه المدينة الرائجة المزدهرة ، التي كانت  
تعيش قمة رخائها الاقتصادي . وقد أُعيد اكتشافها في  
عام ١٧٤٨ ، وبذلت جهودا منذ ذلك التاريخ ، في التنقيب عن  
آثارها .

ومثلما أخذ سكان مدينة بومبيي بغتة في ذلك اليوم  
الرهيب ، فليس في استطاعة علماء العصر الحاضر ، التكهن  
بموعد حدوث بركان في طريقه للانفجار ، ولا المدة التي يقضيها  
البركان حتى يتوقف نشاطه تماما . فمنذ ذلك اليوم في  
عام ٧٩ ميلادية ، شهد بركان فيزوف العديد من الانفجارات  
الصغيرة ، بلغت أكثر من عشرة انفجارات نشطة ، كان آخرها  
في عام ١٩٤٤ . ولا يستطيع أحد التكهن بالموعد الذي سينشط  
فيه البركان في المرة القادمة .

ومع ذلك ، يعرف العلماء الكثير عن أنواع البراكين الهادئة ، وتلك التي تقذف بكميات هائلة من الحمم البازلتية السائلة ، وتكون جبالا ذات انحدارات خفيفة . مثل جبل موانا لوا (Mauna Loa) في جزر هاواي ، والذي يصل ارتفاعه الى تسعة آلاف مترا ، ويعتبر أعلى جبل فوق الأرض ، لكنه يقع أسفل المحيط بحوالى خمسة آلاف مترا .

ومن أحد التكوينات النادرة والرائعة المنظر للبراكين ، والتي وقعت تحت الملاحظة العلمية لأول مرة في التاريخ ، ذلك البركان الذى انفجر في جبل بارىكتين (Paricutin) ، والذي يبعد ٣٣٠ كم غربى مدينة مكسيكوسيتى في عام ١٩٤٣ .

ففى أحد الأيام بعد الظهر ، كان أحد المزارعين يحث محصول من الأذرة ، عندما فوجئ برؤية تيار متصاعد من البخار ينبعث عن تل صغير . ومع حلول صباح اليوم التالى ، بعد ليلة من التفجيرات المدممة ، وقذف وابل من الصخور ، أصبح للبركان مخروطا ارتفاعه خمسة عشر مترا . وبعد أسبوعان ارتفعت فوهة البركان الى مائة وخمسة وثلاثين مترا ، وكان لا يزال يقذف بالكتل الحمراء الملتهبة من الصخور الى ارتفاع مئات الأمتار فى السماء . وتوقف بركان بارىكتين عن نشاطه

فى عام ١٩٥٢ ، وقد وصل ارتفاعه عند هذا التاريخ الى ٤٢٥ مترا ، وانتشرت الحمم الى مسافة عشرة كيلو مترات من مركز الجبل .

وتنفجر بعض البراكين ، مثل بركان سترومبولى (Lipari) فى جزر لىبارى ، الواقعة بالبحر المتوسط ، والتابعة لىطاليا ، بمعدل منتظم . والبعض الآخر ينفجر على نحو معتدل ، وتتأثر طول دورة انفجارها بالزمن الذى تستغرقه تكون الحرارة الكافية لتوليد المجما ( الصخور السائلة والغازات ) أسفل القشرة الأرضية . ويعتبر جبل اتنا (Mount Etna) من نوعية هذه البراكين . وتسمى البراكين التى لم تبد نشاطا لعدة سنوات بالبراكين الخاملة . وتلك البراكين التى يعتقد أنها ميتة ، تسمى بالبراكين المنقرضة .

### أضف الى معلوماتك عن البراكين

\* تتدفق الحمم عادة بسرعة ٨٠ كيلو مترا فى الساعة ، بينما يمكن أن تصل السرعة لأقل من ١٦ كيلو مترا فى الساعة .

\* هناك حوالى ٥٠٠ بركانا نشطا على مستوى العالم اليوم .

\* لا يوجد براكين نشطة فى جبال الهمالايا أو الألب .

✽ يوجد ما يزيد على ثلاثة أرباع البراكين النشطة في « حلقة النار » بالمحيط الباسيفيكي .

✽ أعلى الجبال البركانية غير النشطة في القارة الأمريكية هو جبل أكونكاغوا في الأرجنتين - ٧٠٣٣ مترا .

✽ تنسب كلمة بركان الى ( فلكان ) ، اله النار الرومان . وكان يعتقد ان الاله يعيش فوق جزيرة ، تسمى أيضا فلكان ، في مجموعة جزر ليبارى في البحر المتوسط .

✽ وقد قدر أنه منذ ميلاد السيد المسيح ، قتل حوالي مليون شخص ، بسبب النشاط البركاني .

✽ في الرابع عشر من نوفمبر عام ١٩٦٣ ، عندما كان الصيادون الأيسلنديون يسحبون شباك الصيد على مقربة من شاطئ البحر ، بدأ البحر في الغليان . وهناك صعدت سحابة كبيرة من البخار ، وبيطء برز مخروط من جزيرة بركانية على السطح في غضون أسبوعان ، ومع استمرار الحمم في التدفق ، وصل ارتفاع الجزيرة الى مائة وخمسون مترا ، وبلغ طولها كيلو متران . وقد أطلق عليها شرتاسى (Surtsey) وتنمو فوق الجزيرة في الوقت الحالى الزهور الجميلة .



وتوجد معظم البراكين تقريبا ، بالقرب من سلاسل جبلية  
في مناطق بها ضعف أو كسور بالقشرة الأرضية • ويقع معظم  
النشاط البركاني في الأرض حول حدود المحيط الباسيفيكي ،  
بما يسمى بحلقة النار • وهناك حزام بركاني آخر يعبر  
البحر المتوسط متجها الى غرب آسيا • وهناك سلسلة بسيطة  
تجري في وسط المحيط الأطلنطي بدءا من أيسلندا في الشمال ،  
عبر الأزور ، والاسكشن وسانت هيلانا الى جزيرة ترستان  
دوكنها الصغيرة في الجنوب •

ولايزال سبب حدوث البراكين ، أمرا غير معروفا ، لكنها  
بلاشك ، من أهم الظواهر الطبيعية الرائعة فوق سطح الأرض •  
ولدينا شاهد عيان حي ، يفسر انفجار بركان فيزوق الذي ابتلع  
بومبي والمدن المجاورة لها ، يعطينا بعض الأفكار عن القوى  
المتفجرة •

وفي خطاب بعث به بلينيوس العالم الروماني الأصغر  
وصاحب موسوعة التاريخ الطبيعي ( ٦٢ - ١١٣ م ) الى المؤرخ  
والخطيب الروماني تاسيتوس ( ٥٦ - ١٢٠ م ) يقول فيه :  
« ... البعض رفع أيديهم للآلهة ، والبعض الآخر لم يعتقد  
بوجود آلهة على الاطلاق - فهم يعتقدون بأن الليلة اللانهاية  
الأخيرة التي سمعنا عنها قد فاجأت العالم » •



## جبال الجليد تحت الماء

هل يمكنك تصور جبل من الثلج ؟ ان هذا ما يعنيه اسم  
الجبل الجليدى (Kebera) ، وبالرغم من هذه الكتلة من الثلج  
الطافية فوق سطح البحر ، تبدو في ضخامة الجبال أحيانا ، إلا أن  
لا يظهر منها سوى القدر القليل فوق سطح الماء .

وتتكون الجبال الجليدية فى المناطق القطبية فى جرينلند  
واناركتيكا ، حيث تكون درجات الحرارة من البرودة ، بحيث  
لا تسمح للجليد بأن يذوب حتى فى فصل الصيف . وعندما  
يزداد وزن الثلج ، يجد الهواء منفذا للخروج ، بينما يظل  
الجليد المتكتل . وبمضى آلاف السنين تتكون أنواع من الثلج  
وتنتشر لتغطى هذه المساحات الشاسعة . وتسمى هذه المناطق  
بالثلجات القارية أو بالغطاءات الجليدية ، وتنفصل من حواف  
هذه الثلجات ، الجبال الجليدية التى تنجرف نحو البحر مع  
تيارات المحيط .

ان أربعة أخماس جرينلاند مغطاة بثلجة قارية . وتحرك  
هذه الثلجة عبر الجبال ، وتنكسر الى قطع صغيرة من الثلجات

التي تصل في النهاية الى البحر . لكن الثلجات لا تتوقف هناك ، بل تستمر في الاندفاع داخل البحر بواسطة الحركة المستمرة من الثلج القادم من ورائها . وفي النهاية ، لا توجد أرض تثبت عليها الحافة الأمامية فتبدأ في الطفو . وعندما تصبح ثقيلة جدا ، انفصل الثلج على هيئة جبال جليدية طويلة غير منتظمة ، أو ثلجات جلية جليدية .

يقع حوالي تسعون بالمائة من ثلج وجليد العالم في الأنتاركتيكا . فهي القارة التي تعتبر أكبر من قارة أوروبا أو استراليا ، وهي من القارات غير المأهولة بالسكان ، وتتميز بالبرودة القارصة ، حيث تصل متوسط درجة الحرارة هناك الى ٥٠ درجة تحت الصفر . والأنتاركتيكا مغطاة بغطاء جليدي ، يصل سمكه في المتوسط الى كيلو متران ، وقد تكون هذا الغطاء من تراكم الجليد على مدى آلاف السنين . ويجعل الوزن الهائل لهذا الثلج ، أن تتغير شكل الطبقات السفلى ، بحيث تساب كالشراب .

في المناطق التي يمتد الغطاء الجليدي نحو الساحل ، على هيئة رف جليدي عائم في الداخل ، وفي داخل القارة الجليدية ، يشكل تحرك الثلج في اتجاهات مختلفة ، قبابا ضخمة ، ومصاطبا مدرجة وصدوعا وكسورا عميقة . وتندفع تلال الجبال

أو سلاسل الجبال للأمام عندما تتحرك الجبال الجليدية ضد كتلة الغطاء الجليدى ، مسببة اجهادات عظيمة وارتفاعات مفاجئة • وتبرز قمم الثلج الحرة فى المناطق المعزولة ، من خلال الجليد •

والغطاء الجليدى الموجود فى الأتاركتيكا يعتبر ضخما أيضا ، وبسبب هذا الحجم الضخم ، يتمدد الغطاء الجليدى من اليابسة فى بعض الأماكن ويغطى البحر على هيئة رف جليدى سميك • وتسبب الاجهادات على حافة الرف ، قطعاً غليظة قصيرة ذات قمم مستوية وسرعان ما تنفصل • وتعتبر هذه الجبال الجليدية التى تسمى بالثلاجات المسطحة ، كبيرة وأكثر انتظاما فى الشكل من الجبال الجليدية ، لكنها ليست مرتفعة مثلها •

ويمكن أن تظل الثلاجات منجرفة لمدة سنتين مع تيارات المحيط الباردة ، لكنها تذوب بسرعة عند مرورها بالمياه الدافئة، على الرغم من أنه شوهد بعضها على بعد ٣٠٠٠ كيلو مترا من خط الاستواء • ولما كان الجزء الأكبر من الجبل الجليدى يظل مختفيا الى حد بعيد تحت سطح الماء ، فقد يسبب هذا الجبل أخطارا بالغة للسفن • ففى شمال المحيط الأطلنطى على وجه الخصوص ، تنجرف تلك الثلاجات أسفل المرات البحرية المهمة بين أوروبا وشمال أمريكا •

وفي عام ١٩١٢ حدث الاصطدام الشهير ، عندما ارتطمت سفينة بخارية كبيرة بجبل جليدي ضخيم في وسط شمال الأطلنطي ، وسرعان ما غرقت السفينة ، ولقي جميع ركبائها الذي بلغ عددهم ما يزيد على ١٥٠٠ مسافر بالإضافة الى طاقم بحارتها، حتفهم جميعا . وبعد هذه الكارثة ، أنشئت دورية الجليد ، لتحديد مواقع هذه الجبال الجليدية وارسال تقرير عنها .

وبرغم مساوئ الجبال الجليدية ، الا أن لها بعض المميزات أيضا . فهي تعيد الماء الى المحيطات من المكان الذي جاء منه أول مرة ، وعند ذوبانها ، تعمل على تبريد مياه المحيط التي سقتها أشعة الشمس . فاذا لم تبرد المحيطات ، فإن كثير من مناطق العالم ، ستصبح شديدة الحرارة ، مما يستحيل الحياة فوقها .

بحث العلماء في الآونة الأخيرة ، في امكانية الاستفادة من الجبال الجليدية في زيادة موارد مياه الشرب ، خصوصا في المدن الساحلية . ولما كانت هذه الجبال الجليدية تتكون من مياه عذبة وليست مياه مالحة ، فاذا أمكن سحبها بالقرب من الشاطئ ، فإنه يمكن احاطتها بخزانات طافية ، وتقوم أشعة الشمس بعد ذلك باذابة الثلج . ولما كان الماء العذب أقل كثافة من الماء المالح فسوف يطفو فوقه . ويمكننا حينئذ أن نضخ هذا الماء العذب الى المناطق المحرومة منه .

تعد الغطاءات الجليدية في القطب الجنوبي والشمالي ،  
من مناطق الجليد الدائم ، حيث تصل درجات الحرارة الى  
قيم منخفضة جدا ، لا يمكنها اذابة الثلج . في حين يوجد الجليد  
الدائم في المناطق المرتفعة من البلدان ذات المناخ الأكثر دفئا .  
ويشكل الثلجات الجبلية الموجودة ، في العديد من السلاسل  
الجبلية العظيمة في العالم . وتتكون الثلجات فوق خط الجليد ،  
حيث يكون مورد الجليد المتكون أكبر من معدل الجليد  
المنصهر .

تهبط الثلجة الجليدية تدريجيا-يبطء الى أن تصل الى  
مستوى ، يستطيع قدر كاف من درجة الحرارة أن يذيبها . وقد  
اختبرت سرعة تحرك الثلجات لأول مرة في القرن التاسع عشر  
ففي عام ١٨٢٠ ، فوق ثلجة دي بوسون بالجبل الأبيض بفرنسا ،  
سقط ثلاثة متسلقين للجبل في صدع عميق ، ودقنوا أسفل  
كتلة من الجليد . وكما توقع العلماء ، فقد ظهرت جثثهم في نهاية  
الثلجة ، على بعد ٣٢ كم في سفح الجبل ، بعد مرور أربعون  
عاما .

وقد تبين أيضا أن سرعة أي جبل جليدي تكون أسرع عند  
مركزه ، حيث يكون الجليد ، أسمك من الأطراف . ويسبب  
هذا الاختلاف في السرعة اجهاد داخل الثلجة ، التي تنكسر  
بدون انذار ، مكونة صدوع عميقة .





## أسباب حدوث الزلازل

سعيد ذلك الانسان الذى يقضى حياته دون أن يواجه في يوم عاصيب ، تجربة زلزال مدمر • وسوف لا يعرف أن الاهتزاز الرهيب للأرض الصلبة تحت قدميه ، هو حطام الأبنية المنهارة •

وعلى الرغم من ذلك ، فقد قدر أنه يقع حوالى مائتى وخمسين زلزالا في أنحاء متفرقة من العالم كل يوم • وتحدث معظم هذه الزلازل تحت سطح البحر ، وتعد الزلازل التى تقع على الأرض ، قليلة الحدوث نسبيا ، ولا تسبب أضرارا تذكر في معظم الأحوال •

على أن الزلازل الكبيرة ، تعد من أكثر الظواهر الطبيعية تدميرا وبالرغم من أنها نادرا ما تستمر لأكثر من ثوانى معدودة ، الا أن الطاقة الناجمة عنها يمكن أن تعادل ٢٠٠ مليون طن من مادة ال تى • أن • تى ( التى تعتبر من المتفجرات القوية ) — وأكثر ١٠٠٠٠ مرة من طاقة أول قنبلة نووية • وتسبب الزلازل في ازهاق حياة ١٤٠٠٠ شخص كل عام •

ان الصخور التى تتكون منها القشرة الأرضية ، على عمق كبير تحت أقدامنا ، دائمة الحركة ، لذا تأخذ الاجهادات والانفعالات فى التعاضل ، الى أن تتمزق فجأة كتل الصخر العظيمة أو « الألواح » على طول خط الضعف ، الذى يعرف بالفالق . والكتل الصخرية المنزلة على طول خط الفالق ، تهز الأرض فوقها ، وغالبا ما تؤدي الى حدوث كسور عظيمة فوق سطح الأرض .

تقع معظم الفوالق على أعماق بعيدة تحت سطح الأرض ، فى حين أن البعض منها يمكن أن يظهر على السطح . أحد هذه الآثار السطحية الشهيرة ، هو فالق سان أندريز فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية . فهو عبارة عن فالق بالعرض ، الذى يعتبر أحد الحركات الجانبية ، ويمكن أن يشاهد كالتواء واضح فى أدوية الأنهار ، وفى بعض الأماكن كالطرق .

ويمكن أن يلاحظ الفالق بشكل واضح من خلال الصور التى تبتع بها الأقمار الصناعية ، ولكنه يعتبر واضحا أيضا ، لأي شخص يسير بجواره لمسافة قليلة . وهو شاخص ينصره نحو الأرض . ويبلغ الطول الكلى للفالق حوالى ١٢٠٠ كيلو مترا ، بينما لا تتحرك منه سوى أجزاء قليلة فى نفس الوقت .

ويرجع التأثير المدمر لأي زلزال ، نتيجة الذبذبات ( الموجات السيزمية ) المنبعثة من الهزة . وللحظة قصيرة ، تهز

الموجات الأرض القريبة من الزلزال ، ويتبعها أحداث تأثيرات  
دائمة • والقليل من الناس الذى يقتل أو يجرح من هزة أرضية  
بشكل مباشر ، بينما يكون الأثر المدمر للهزات على المباني •

وسواء وجد ناس أو مباني أو لم يوجدوا ، فإن الهزات  
الأرضية قد تسبب كسور تظهر على سطح الأرض ، وتحدث  
تغيرات فى مستوى وميل سطح الأرض ، وتحول الأنهار  
والجداول ، وتسبب فى انهيار التربة والصخور والكتل  
الجليدية الضخمة • وقد تبعث الزلازل التى تحدث تحت البحار  
موجات بحرية ضخمة تسونامية ، يمكنها أن تعبر المحيط  
بمئات الكيلو مترات ، محدثة الدمار عندما تضرب الأرض •

لقد كان هو ذلك الفالق الذى أحدث الزلزال المدمر لمدينة  
سان فرانسيسكو فى عام ١٩٠٦ ، حيث اتسع جانبي الشرح  
الهائل من جانبيه ، لمسافة تزيد على ستة أمتار • ولا يزال الفالق  
موجودا ، وليس هناك أدنى شك فى أن الانفعال سيتعظم  
مرة أخرى ، وسيتفجر زلزال آخر فى غضون المائة سنة  
القادمة •

بالرغم من أن الزلازل يمكن أن تقع على أعماق كبيرة تحت  
سطح الأرض ، على عمق قد يصل الى ما يزيد على  
٦٠٠ كيلو مترا ، الا أن معظمها يحدث عند عمق حوالى  
٦٠ كيلو مترا من سطح الأرض •

ولسوء الحظ ، فإن معظم الأضرار التي تحدث للانسان ، تنجم من الزلازل القريبة من سطح الأرض ، لانها تعتبر من أكثر الزلازل تكرارا . أما الزلازل التي تحدث بين هذين العميقين ( ٦٠٠ كم و ٦٠ كم ) تعتبر زلازل متوسطة ، من حيث تكرارها وعمقها والضرر الناجم عنها .

وتسمى النقطة التي يبدأ من عندها الزلزال ، بعين أو بؤرة الزلزال ، أما النقطة الموجودة فوقها تماما فوق سطح الأرض تسمى بالمركز السطحي للزلزال .

وتنتقل الطاقة المنبعثة من زلزال ، من البؤرة الى جميع الاتجاهات على هيئة موجات سيزمية ( زلزالية ) . وتنتقل بعض الموجات أسفل الأرض ، وينتقل البعض الآخر فوق سطح الأرض وتنتقل الموجات السطحية ، بصورة أسرع من الموجات الداخلية . ويمكن تسجيل الموجات الصادرة عن زلزال كبير على أجهزة رصد الزلازل ، في المنطقة المقابلة للزلزال من العالم ، وتصل تلك الموجات الى سطح الأرض في غضون احدى وعشرين دقيقة .

تحدث معظم الزلازل في حزامين كبيرين ، بينما لا تزال البراكين والجبال الجديدة في مرحلة تكوينها . ويطوق أحد الأحزمة الضيقة ، المحيط بالاسيفيكي على طول شواطئ

أمريكا الشمالية والجنوبية ، ويمر بجزر آسيا حتى نيوزلندا .  
ويطوق الحزام الثانى بدءا من بورما الى جنوب أوروبا ، مارا  
بجبال الهيمالايا ، وجبال القوقاز والألب . وتعد الهزات التى  
تحدث فى المحيط الباسيفيكي أكثر من الهزات التى تحدث فى  
الحزام الآخر - فحوالى ٨٠٪ من كل الهزات الأرضية المدمرة  
تحدث هناك .

تقع اليابان مباشرة فى نطاق النشاط الزلزالى العظيم ،  
وتحدث هناك ست هزات فى المتوسط كل عام . مع هزتين  
أو ثلاث هزات صغيرة كل يوم . وحدثت أحد أعظم الهزات  
الأرضية المدمرة على مدى التاريخ البشرى ، فى طوكيو  
عام ١٩٢٣ ، عندما لقي ما يزيد عن ١٠٠٠٠٠ شخص حتفهم فى  
الهزة نفسها ، وتهدم ٧٠٠٠٠٠ منزل من جراء الحرائق التى  
نجمت من الهزة .

ان المعلومات المتوفرة لدينا عن معظم الزلازل المدمرة طوال  
التاريخ ، معلومات ضئيلة . فيقال أن اقليم سينى بالصين  
قد ضربه زلزالا عام ١٥٥٦ ، وقتل ما يربو على ٨٣٠٠٠٠ شخص .

تنشق الأرض أحيانا عند حدوث زلزال عنيف . ففى هزة  
كواتا (Quetta) فى عام ١٩٣٥ بالباكستان ، دمرت المدينة  
بأكملها ، وظهرت شروخ غائرة فى الشوارع ، ابتلعت الناس  
والحيوانات .

من النادر أن تحدث القوة الحقيقية لهزة أرضية ، التي تعتبر الخطر المدمر للحياة • فالزلازل التي تضرب المدن تؤدي الى تدمير خطوط المياه والكهرباء والغاز ، محدثة أخطار حريق مروعة ، بالإضافة الى الأخطار المميتة الناجمة عن الأمراض التي تحدث نتيجة تلوث مصادر المياه •

تقاوم المنشآت المعدنية والخرسانية ذات الأساسات العميقة الهزات الأرضية ، وفي بلاد مثل اليابان ، يجري العمل على إنشاء مباني ومكاتب مقاومة للهزات •

الموجات البحرية السيزمية ، التي تسمى باليابانية تسونومي ، غالبا ما يطلق عليها خطأ اسم « الموجات المدية » ، تعتبر نوعا آخر من الأخطار التي تسببها الهزات الأرضية • وهناك هزة أرضية ساحلية أو تحت الماء ، تحدث موجات ، قد يصل ارتفاعها الى مترا واحدا فقط في المحيط المفتوح ، بالرغم من أن المسافة من قمة الموجة الى قمة الموجة التالية قد تصل الى ١٥٠ كيلو مترا • وعندما تقترب هذه الموجات من الشاطئ ، يزداد ارتفاعها حتى يصل الى ٣٠ مترا ، وتسبب تدميرا هائلا ، وفقد في الأرواح ، حينما تضرب مناطق مأهولة بالسكان •

وتنتقل الموجات التسونومية عبر مسافات شاسعة ، وبسرعات عالية جدا • حيث وصل ارتفاع الموجات التي أحدثتها هزة

أرضية في أرخبيل ألكسندر في جنوب غرب شبه جزيرة الاسكا  
عام ١٩٤٦ ، الى ١٦ مترا في جزر هاواي ، وانخفضت الى  
٤ أمتار بالقرب من ساحل كاليفورنيا البعيد . وبلغت سرعة  
الموجات ٧٢٠ كم في الساعة .

يجرى تسجيل وقياس الهزات الأرضية بواسطة جهاز  
يسمى السيزموجراف . وكانت تتكون السيزموجرافات  
القديمة ، من بندول ثقيل معلق بواسطة سلك طويل ، وكان  
يوجد في الأرض خلف البندول طبق يحتوى على طبقة من الرمل .  
فعندما تضرب الهزة الأرض ، يميل البندول الثقيل الى الثبات ،  
بسبب قصوره الذاتي ، وتسجل ابرة التسجيل المتصلة بطرف  
البندول ، رسما للهزة الأرضية في الرمل المتحرك . وأخيرا في  
السيزموجرافات الحديثة ، ترسم ابرة التسجيل الدقيقة رسما  
يسجل على لفافة من الورق المدخن ، الملفوف على اسطوانة ،  
وتعمل من خلال آلية مشتملة على مجموعة دواليب صغيرة .  
وتستخدم السيزموجرافات الحالية الحزم الضوئية ، وتسجل  
بياناتها على ورق التصوير .

وبالرغم من حدوث معظم الهزات في نطاق الحزامين  
الكبيرين الا أنه لا يوجد جزء من العالم آمنا تماما من أخطارها .  
فحتى بريطانيا ، عانت الكثير من آلاف الهزات ، منذ الغزو

النورماندى ، وكانت أسوأ تلك الهزات التى وقعت فى كولكوستر  
فى عام ١٨٨٤ ، عندما دمرت ما يزيد على ١٠٠٠ منزل ، وقتلت  
عدد من الأشخاص •

جون ويسلى ، الواعظ الشهير ومؤسس الميثودية ( كنيسة  
الميثوديين أو تعاليمها ) ، وصف هزة أرضية عانى من تجربتها  
فى عام ١٧٥٠ ، فقال : « هناك ثلاث هزات متميزة ، أو موجات  
غادية رائعة ، يصاحبها دمدمة جشة الصوت كالرعد » •  
ويقال أن هذه الهزة قد دمرت العديد من المنازل فى مدينة لندن  
واهترزت أحجار دير ويستمنستر •

ووقعت أسوأ كارثة سجلت فى بريطانيا خلال هذا  
القرن ، فى أواسط البلاد فى فبراير عام ١٩٥٧ •

### شدة الهزة الأرضية

تقدر شدة الهزة بما يشعر به الإنسان عند حدوث الهزة  
الأرضية ، ومقدار الأضرار التى أحدثتها فى ذلك الوقت :

١ — عادة لا يشعر بها أحد على الإطلاق •

٢ — قد يتأرجح البندول الثابت •



- ٣ - يشعر بها معظم الناس داخل المنازل ، وقد تتأرجح السيارات قليلا .
- ٤ - يشعر بها كل الناس داخل المنازل ، فيستيقظ الناس وتجلجل الأشياء .
- ٥ - يشعر بها كل الناس تقريبا ، خارج وداخل المنازل . وقد تنكسر الأشياء المصنوعة من الصينى أو الزجاج .
- ٦ - يشعر بها جميع الناس - وتتحرك الأشياء من مكانها .
- ٧ - بعض الأضرار العامة ؛ يشعر بها الناس المسافرين بالسيارات .
- ٨ - تسقط التماثيل . انذار عام بالخطر .
- ٩ - يتساب الناس الذعر ، وتظهر الحفر بالأرض ، وتتداعى بعض المنازل .
- ١٠ - حدوث زعر ، فلا تثبت الا المباني القوية جدا .
- ١١ - حدوث زعر ، حيث تدمر معظم المباني ، ويلحق الدمار بالمواشير المدفونة تحت الأرض .
- ١٢ - الجحيم الكامل ، ولا يبقى شيئا على وجه الأرض .

## قياس الزلازل :

يحدد حجم الزلزال بقيمته ، التى تسمى أحيانا بمقياس ريختر ( نسبة للعالم السيزيمى الأمريكى تشارلس ريختر ، الذى صمم المقياس فى فترة الثلاثينات ) • والقيمة ، هى بالفعل قياس للحجم ( السعة ) للموجات المنبعثة من الزلزال • ومع ذلك ، فإن مقياس القيمة هو مقياس لوغارىتمى • وهذا يعنى أن كل درجة من المقياس تمثل زيادة عشرة أجزاء فى سبعة الموجات المنبعثة • وعلى ذلك فالموجات الصادرة من زلزال قيمته ٧ ، هى عشرة مرات أكبر من هزة قيمتها ٦ ، وأكبر مائة مرة من هزة قيمتها ٥ ، وهكذا •

ويمكن اعتبار القيمة أيضا مقياسا للطاقة المنبعثة من زلزال معين ، لأن الطاقة تنسب الى حجم الموجة • والعلاقة هى أن كل قسم على مقياس القيمة يمثل تقريبا فرقا مقداره ثلاثين جزءا من الطاقة • وعلى ذلك فإن هزة قيمتها ٧ تصدر حوالى ٣٠ مرة طاقة أكثر عن هزة قيمتها ٦ وحوالى  $30 \times 30 = 900$  مرة طاقة أكثر من حدث قيمته ٥ • وهذا يوضح السبب فى أن معظم الطاقة الصادرة من الزلازل ، تنجم من هزات كبيرة ، وتحدث مرات قليلة جدا فى العام الواحد ، بالمقارنة بملايين الهزات الأرضية الصغيرة •

ومن حيث المبدأ ، فلا يوجد حد أعلى للقيمة الممكنة للزلازل . على الرغم من أنه في الواقع العملي ، لا توجد هزات قيمتها أعلى من ٩ درجات بمقياس ريختر . وتصنف الهزات على أساس القيمة ( القدر ) الى هزات شديدة ( أكبر من ٧.٥ ) ، رئيسية ( ٦.٥ - ٧ ) ، واسعة ( ٥.٥ - ٦.٥ ) ، معتدلة ( ٤.٥ - ٥.٥ ) ، وصغيرة ( أقل من ٤.٥ ) . ويمكن تحديد القيم من السعات ، سواء من الموجات الداخلية أو من الموجات السطحية .



## من أين تبدأ رحلة الانهار ؟

### تعريف النهر :

النهر مجرى مائى يحمل الماء العذب من منابعه حتى مصبه . وتنشأ منابع الأنهار عادة من جداول تتكون من ذوبان الثلوج فى أعالى قمم الجبال ، أو عن طريق مياه الأمطار الغزيرة التى تتساقط فوق التلال والهضاب ، ثم يتصل بعض هذه الجداول ببعضها فتتكون النهرات التى يتجمع ماؤها ويزداد فى مواسم الأمطار أو عندما تذوب الثلوج ، فتمتدق لها مجرى رئيسيا ألا وهو النهر .

وتغير الأنهار والجداول وجه الأرض : فيعمل جريان المياه على نحت وتشكيل سطح الأرض ، وشق الممرات الضيقة ، وتوسيع الوديان ، وتكوين الدلتات ، أو انحدار مئات الأمطار المكعبة من الصخور من قمم الجبال ، محدثة شلالات رائعة . ويؤدى احتكاك المياه بقاع النهر وجوانبه الى نحت الطبقة

السطحية من الأرض ، وجعلها الى المصب ، حيث ترسب في النهاية على هيئة طمي في المناطق المنخفضة من جدول النهر .

تبدأ الأنهار على هيئة جداول جبلية ، وتتخذ مصدرها من الينابيع الجوفية والمستنقعات ، والثلاجات المنصهرة أو النهرات التي تنشأ نتيجة سقوط الأمطار . وعندما تنساب المياه من أعلى الجبال ، تتصل بها الجداول والأنهار ، التي تعرف بالروافد ، والتي تضيف على النهر الرئيسي القوة والضخامة . ويشكل النهر الرئيسي مع روافده نظام النهر ، والأراضي التي يرويها النهر وروافده تسمى بحوض النهر .

يندفع النهر من مجراه الأعلى نحو جوانب الجبل شديدة الانحدار ، على هيئة سيل جارف ، ويشكل واديا على هيئة جرف (V) ، ويخلف وراءه الصخور والجلاميد التي لم يستطع حملها معه الى المصب . وتتشكل المنحدرات والشلالات عندما يقابل جريان المياه حاجزا أو صخرا صلبا يقاوم النهر ، أو عندما يقابل مسار النهر منحدر شديدا مفاجئا .

### نهر الكونغو المندفح :

تكونت شلالات نياجرا في أمريكا الشمالية ، التي يصل ارتفاعها خمسون مترا ، بسبب وجود طبقات صخرية رخوة . وفي أفريقيا ، يندفع نهر الكونغو من قمة هضبة عالية يصل

ارتفاعها مائتين وسبعين مترا على هيئة سلسلة من المنحدرات يصل عددها ٣٧ منحدرًا ، تشكل في مجموعها شلالات لفنجهتون .

في المناطق التي كانت ذات يوم ثلاجات عظيمة ، أو ألواح جليدية ، مثل ويلز ، ومقاطعة لاك ( منطقة جبلية في شمال غرب إنجلترا تحتوي على العديد من البحيرات ) ، واسكتلندا ، يوجد العديد من الشلالات ، حيث يتقابل الوادي المعلق ( وادي جانبي ينحدر طرفه السفلي بشدة نحو الوادي الرئيسي ) مع الوادي الرئيسي . وقد أحدثت الحركات الجليدية شلالات يوزمايت المثيرة في كاليفورنيا ، التي تسقط من ارتفاع ٧٠٠ مترا ، في ثلاثة مساقط مائية صغيرة .

وتتكون الشلالات أيضا عندما يتدفق جدول مائي عبر جرف أو منحدر صخري نحو البحر ، كما هو الحال على ساحل ديفون أو جزيرة سكاي ( في بريطانيا ) .

ويؤدي نشاط الشلالات أحيانا الى تكوين أنفاق ، نتيجة حركة المياه في الصخور الطرية . وتتكون في النهاية مغارات مسقوفة ، مخلفة أغوار منحدره الجوانب . وعندما شق النهر طريقه خلال تلال المندب في سومرست ، تكونت كهوف كبيرة مثل ثقب ووكي ، وعندما انهارت الكهوف بجواره ، تكون مضيق شيدر الشهير .

ويبلغ أطول وأعمق خائق في العالم ٤٨٠ كيلو مترا طولاً ،  
ويصل عمقه ١٦٦ كيلو مترا وهو الأخدود العظيم لنهر كلورادو  
في الولايات المتحدة .

وعندما تكون الأرض بسيطة الانحدار ، يتمنع عرض  
النهر ، ويصبح واديه أرحب ومياهه أكثر ضحالة . وينحدر النهر  
انحناءاته وتترسب المواد بداخله . وتزايد على مر الأيام ، هذه  
الانحناءات ، وتسمى حينئذ بالتعرجات . وفي نهاية مجرى النهر  
عند اتصاله بالمصب ، ينساب فوق وادي عريض مستو تقريبا ،  
ويخلو من التعرجات الجارفة ، وخلال عمليات النحر والترسيب ،  
تقطع بعض التعرجات من النهر الرئيس وتخلّف وراءها بحيرات  
على هيئة هلال ، تسمى ببحيرات (ox-bow)

#### الطمي الناعم :

يصبح النهر في مرحلته الأخيرة راكدا تماما ، لدرجة أنه  
قادرا ما ينحدر ، وبدلاً من ذلك ، يخلف وراءه غرين ناعم  
أو طمي ، الذي يترسب في فترة الفيضان على شاطئيه والسهل  
المجاور له .

وعلى مدى العديد من السنين ، تبنى بعض الأنهار جسورها  
أو سدودها ، مثل الميسيسيبي ، ويرتفع منسوب المياه فوق  
الأراضي المجاورة . وفي هولندا ، حيث تضل مياه أنهار



الراين والميوز والسكلدت الى البحر ، وتقع معظم الأراضي أسفل منسوب البحر ، فانها تتعرض لطمو النهر بشكل مستمر .  
لذا ، أنشأ الهولنديون القنوات وطواحين الرياح والسدود للسيطرة على الفيضان .

وتعتبر السهول الفيضية للأنهار ، ( وهي المناطق التي يغمرها النهر خلال فيضانه من حين لآخر ) مثل سهول أنهار النيل ودجلة والفرات ، من الأراضي الخصبة الغنية برواسبها الطميية ، وساعدت السكان على زراعة أراضيهم لآلاف السنين .

بالرغم من أن فيضانات الأنهار تزيد من خصوبة التربة ، فيمكن أن تسبب الفيضانات الجارفة الدمار والخسائر الفادحة ففي السنوات الأخيرة ، سببت فيضانات نهر بو في شمال إيطاليا ونهر الميسيسيبي ونهر هو إنج هو الذي يعرف بـ (China's sorrow) ، خسائر فادحة في الأرواح ، وأضرار مادية جسيمة . وفي عام ١٩٥٢ ، دمرت فيضانات أنهار شرق وغرب لين (Lyn) منتجع لينوث القريب من البحر في ديفون بإنجلترا .

تحدث الفيضانات عندما تصبح الأنهار مترعة بالمياه في أوقات معينة من السنة . ويعرف هذا التغير الموسمي في حجم المياه بنظام النهر ( نظام التقلبات الموسمية في صبيب النهر ) ،

وأصبح مهما جدا لكلا من السيطرة على الفيضان واتساج الكهرباء المائية ، وتصل أنهار الألباين ، التي تتغذى من ذوبان الجليد والثلج ، الى أدنى مناسيتها في شهور الشتاء الباردة ، وتصل الى ذروة مناسيتها في أوائل الصيف عند ذوبان الثلوج وفي حين تتغذى معظم الأنهار من الأمطار التي تسقط على الجبال ، مثل نهر السين ، فإن مناسيب المياه تصل فيها الى أدنى منسوب في فصل الصيف ، عندما يقل سقوط الأمطار . وفي المناطق المدارية ، تفيض أنهار مثل ايراودى ويانجستي ، بعد الرياح الموسمية .

وقد لعبت الأنهار أدوارا مهمة في تاريخ البشر منذ الحضارات الأولى وحتى وقتنا الحالي . حيث نشأت في وجودها الزراعة ، ووفرت القوى اللازمة ، لمواجهة احتياجات الصناعة الحديثة . ويعتبر توليد القوى الكهربائية المائية في الوقت الحالي ، مصدرا مهما من مصادر الطاقة .

أطوال أنهار العالم هي (٦) .

٦٦٩٠ كيلو متر

النيل ، وطوله

٦٣٠٠ كيلو متر

الأمازون

(٦) المصدر :

Britannica Junior Encyclopedia, Vol. ١٣ : P ١٠٦ River.

المسيسبي والميسورى وطولهما	٦٢١٢ كيلو متر
الكونغو وطوله	٤٣٧٠ كيلو متر
النيجر وطوله	٤١٨٤ كيلو متر
الفولجا وطوله	٣٦٩٠ كيلو متر
سنت لورنس وطوله	٣٠٥٨ كيلو متر
السند وطوله	٢٨٩٧ كيلو متر
الدانوب وطوله	٢٨٦٠ كيلو متر
الفرات وطوله	٢٧٩٨ كيلو متر
الزمبىزى وطولة	٢٧٣٥ كيلو متر
دجله وطولة	١٨٩٩ كيلو متر
الراين وطوله	١٣١٩ كيلو متر
اللووار وطوله	١٠١٩ كيلو متر
الرون وطوله	٨١٢ كيلو متر



## أعلى درجات حرارة... في العالم !!

حوالى ثلث مساحة الكرة الأرضية ، أراض صحراوية أو شبه صحراوية . فالصحارى هى المناطق الجافة ، التى تعاني من ارتفاع شديد فى درجات الحرارة ، ونُدرة الأمطار أو انعدامها ، مع حياة نباتية متناثرة وقليلة .

تعد مناطق جنوب وشمال خط الاستواء ، من المناطق الحارة المجربة ، حيث تنتشر فى غير انتظام فوق سطح الأرض . وتلقى مناطق العالم المدارية أمطار غزيرة ، التى تحدث عندما يسخن الهواء الرطب بفعل أشعة الشمس ، ويفقد رطوبته . وينتقل الهواء الذى أصبح جافا من المناطق الاستوائية ، وعندما يقابل سطح الأرض يتسبب فى تكون الصحارى ، خصوصا فى المناطق القارية البعيدة عن البحر . وهناك مناطق أخرى تصبح صحراوات ، عندما تقع فى منطقة ظل المطر فى الجانب البعيد عن الرياح من سلسلة جبلية .

وتوجد الصحارى الكبرى فى العالم التى تضم الصحراء الكبرى وصحراء كلهارى فى أفريقيا ، وصحارى شبه الجزيرة

العربية والهند ، في نطاق المناطق الاستوائية في داخل القارات  
أو الجانِب الغربى منها • وتسمى أحيانا بصحارى « الرياح  
التجارية » ، لأن الرياح التجارية التى تهب أما من الشمال -  
الشرق أو الجنوب - الشرق ، تكون قد قطعت مسافات طويلة  
منذ أن فقدت رطوبتها خلال الدة التى وصلت فيها الى وسط  
وغرب كتلة الأرض القارية •

وهناك مجموعة أخرى من الصحارى ، تشمل صحارى  
جوى وتركستان فى آسيا ، صحراء كلورادو فى أمريكا الشمالية  
وصحراء أتاكاما فى أمريكا الجنوبية ، تقع فى ظلال أمطار سلاسل  
الجبال المحيطة بها • وانرياح التى تهب من البحر حاملة معها  
أمطار شديدة الى قمم التلال المرتفعة ، التى تحجبها عن المناطق  
الواقعة خلفها مباشرة • وتوجد العديد من هذه الصحارى على  
ارتفاعات عالية وتعرف بأحواض الصحراء ، مثل حوض تاريم  
فى غربى الصين والحوض العظيم لأمريكا الشمالية • أحواض  
الصحارى هذه ، لها مناخ بانغ التنطرف ، ذو درجات حرارة عالية  
فى الصيف ، ودرجات حرارة تحت الصفر فى الشتاء •

وتوجد أعلى درجات الحرارة فى العالم فى انصحارى  
الواقعة داخل القارات • فالشمس تعمل على تسخين سطح التربة  
بسرعة كبيرة ، والتى بدورها تدفئ الهواء فوقها • وفى المساء ،

تفقد التربة حرارتها بسرعة كبيرة ، ويمكن أن تنخفض درجة الحرارة الى ١٧ درجة مئوية في غضون ساعتين بعد مغيب الشمس .

وقد سجلت درجة حرارة ٥٢ درجة مئوية أثناء النهار ، في منطقة العزيزية بطرابلس الغرب في ليبيا . وبلغت درجات الحرارة أثناء الليل في نفس اليوم ٣ درجات مئوية تحت الصفر ، وتعد أكبر مدى سجل لدرجة حرارة في يوم واحد وفي نفس المكان . وهناك منطقة أخرى من المناطق الشديدة الحرارة ، وتقع في وادي الموت بصحراء موفافي ، وآخر مكان في هذا الوادي هو البقعة المنخفضة عن سطح البحر بمقدار ٨٦ مترا .

يمكن أن تسبب الحرارة الشديدة في الصحراء ، تأثيرا ضوئيا يعرف ما يسمى بالسراب . فعندما تضرب أشعة الشمس طبقة الهواء الساخن المتمدد فوق سطح الصحراء ، تنحني وتنعكس صفحة السماء ، وتعطى للمسافر العطشان في الصحراء ، الاحساس بوجود بركة فضية متلألئة بالمياه .

ويقلل فعل الرياح على سطح الصحراء الجرداء ، من تكون أى تربة سطحية مفككة أو حصوات تتحول الى رمال . ففي بعض المناطق تكون الصحراء مغطاة بالصخور والجلاميد التي تبدو مصقولة لامعة وملساء ، بتأثير الرمال التي تنقلها الرياح . وغالبا ما تنحت الرياح ، صخور الصحراء على هيئة أشكال

بدیعة ، تشبه عش الغراب ، عندما تعرى بقوتها الهائلة حوالی  
قدم أو اثنان فوق سطح الأرض •

عندما تقابل الرياح طبقات صخرية طرية ، متبادلة مع طبقات  
صخرية صلبة ، تقوم الرياح بالتوغل في الطبقات الصخرية  
الطرية ، محدثة تأثيرا تمزيقيا ، مشابه تماما لما يحدث في  
الوديان الضيقة والفسحة في أريزونا ويوتاه بالولايات المتحدة  
الأمريكية •

ويأخذ سطح الرمال في الضحارى الرملية ، شكل حواف  
مرتفعة وتموجات بتأثير الرياح • ويتحول سطح الرمال في  
الصحراء الكبرى ، الى كثبان رملية على هيئة هلال ، ويصل  
ارتفاعها الى ثلاثين مترا ، وتسمى هناك بـ البرخان ( الكثبان  
الهلالی ) ، وتقع هذه الكثبان متعامدة على اتجاه الرياح ،  
ويكون جانبها المواجه للرياح منحدرًا بالتدريج ، أما الجانب  
البعيد عن الرياح ، فيكون انحداره شديدا • وتشير قرون  
الهلال الى الاتجاه الذي تهب نحوه الرياح •

تتحرك هذه الكثبان الرملية رويدا رويدا للأمام مثل  
أمواج البحر ، وتقوم الرياح بذر الرمال عاليا وعلى الجوانب  
على هيئة تمرجات منتظمة • وفي دول مثل ليبيا ومصر واسرائيل،  
يجرى زراعة نطاقات من الأشجار ، لمنع الكثبان الرملية المتحركة  
من انتهاك الواحات والأراضى المزروعة •



أن الحرارة الشديدة ، وانعدام وجود علامات أرضية ثابتة ، بالإضافة الى عواصف الصحراء الرملية التي تثير سحباً غبارية ، تؤدي الى حجب الرؤية وتؤدي العين ، وتجعل من السفر في الصحراء أثناء النهار ، عملاً شاقاً محفوفاً بالأخطار . وكانت القوافل التجارية في الماضي - التي تتكون من البعير المحملة بالتوابل والأملاح والبضائع التجارية الأخرى - تعتمد السير في الصحراء أثناء الليل ، وتهتدي في سيرها بالنجوم . وكان مسار القوافل يمر أحيانا بالوديان وقيعان الأنهار الجافة منحدره الجوانب ، والتي كانت توفر بعض الحماية من الرياح . وقد كانت الوديان أيضا ، في بعض الأحيان تغدر بالمسافرين ، حيث كان يؤدي سقوط المطر الفجائي ، الى تكون سيل (flash flood) ، يملأ قاع النهر وابتلع ما فيه من رجال القافلة دون أدنى تحذير .

وبالرغم من ندرة سقوط الأمطار في الصحراء ، وعدم التمكن بموعد سقوطها ، فانها عادة تسقط في فترات قليلة ، وتأتي بسيول منهرة .

يعتمد مسافر الصحراء على المياه ومصادر الغذاء الأخرى من الواحات ، التي توجد غالبا في أماكن معروفة لا تبعد كثيرا عن سفوح الجبال ، كما هو الحال في الصحراء الكبرى وحوض

التاريم (tarim basin) • وتعتبر الواحة من المناطق الخصبة ،  
التي تحصل على الماء أما من الينابيع أو الآبار • وهناك  
بعض الواحات كبيرة المساحة ( واحات الوادي الجديد في  
مصر ) ، تسمح باقامة مجتمع زراعى ، اذ يزرع فيها أشجار  
النخيل ، والأذرة والدخن والمحاصيل الأخرى ، حيث تعد تربة  
الصحراء عالية الخصوبة عندما يتوفر الماء لزراعتها •

وبخلاف سكان الواحات ، فإن سكان الصحراء  
الوحيدون ، هم قبائل البدو ، مثل العرب البدو في صحراء  
الجزيرة العربية والطوارق في الصحراء الكبرى ، الذين يطوفون  
الصحارى بحثا عن المراعى من أجل ابلهم وأغنامهم •

وتعد النباتات ضئيلة جدا في الصحراء • فالنباتات التي  
تزرع هناك تتكيف مع نقص المياه والحرارة الشديدة ، حيث  
تكون أوراقها قليلة العدد ، وجذورها طويلة تمتد في أعماق  
التربة • وعلى سبيل المثال ، فلعائلة نبات الصبار ، سيقان  
سميكة ، مغطاة بالعروق ، وعمود فقرى كثير الأشواك  
ومنتفخ • وتظل بعض النباتات في حالة سكون لعام أو أكثر الى  
أن تصلها الرطوبة ، حيث تزهر مرة أخرى ولفترة وجيزة •

وتتكيف الحيوانات التي تقطن الصحراء على الظروف  
الجافة ، وتستطيع أن تقطع مسافات طويلة دون أن تشرب •

فالجمل الذى يعتبر من الحيوانات الملائمة لحياة الصحراء ،  
يخزن الماء فى معدته والغذاء فى سنامه • وتساعد أقدامه  
المبططة على السير فوق الرمال ، ويساعده أنفه الذى يشبه الشق  
على حجب الرمال والغبار •

وتوجد ببعض الصحارى رواسب معدنية قيمة ، مثل الذهب  
فى الصحراء الاستراالية ، والبتروى فى شرق الجزيرة العربية  
والصحراء الكبرى والنترات فى صحراء شىلى •



## المناطق الصحراوية في العالم

### ١ - في أفريقيا :

في أفريقيا توجد صحراوان ، الأولى في الشمال وهي الصحراء الكبرى ، وتمتد من الشرق الى وادي النيل بمصر ، وتصل غربا الى المحيط الأطلسي . ويبلغ عدد سكانها حوالي المليون نسمة ، وأهم القبائل التي تسكنها قبائل البربر والطوارق ويدين معظمهم بالاسلام .

والصحراء الثانية تقع في الجنوب الغربي من أفريقيا ، وهي صحراء كلهاري ، ويسكنها حوالي ثلاثة ملايين نسمة ، ويسكن هذه الصحراء جماعات البوشمن ، الذين يعتبرون من الصيادين المهرة ، ويعيشون معيشة بدائية .

### ٢ - الصحارى الآسيوية :

١ - صحراء غوبي : وهي تعتبر كبرى الصحراوات الآسيوية جميعا . وتمتد مسافة تقرب من الألفي

كيلو مترا ، من الشرق الى الغرب في قلب القارة ،  
ويعرف طرفها الغربى بصحراء تكلمكن .

٢ - صحراء الجزيرة العربية : وتشمل معظم شبه  
الجزيرة العربية ، وتمتد الى الأردن والعراق  
وسوريا . وتبلغ المساحة الكلية للصحراء في شبه  
الجزيرة العربية حوالى نصف مليون ميل مربع ،  
مقسمة الى ثلاث صحراوات ، تقع معظمها في العربية  
السعودية ، وتقع اثنتان من تلك الصحراوات ،  
وهما الصحراء السورية والنفود في الجزء الشمالى  
من البلاد . والصحراء الثالثة ، وهى الربع الخالى  
أو الصحراء الدهناء أو الصحراء الرملية العظيمة ،  
وتقع في الطرف الجنوبى من شبه الجزيرة .

### ٣ - صحارى استراليا :

معظم قلب استراليا صحراء جافة مستوية حارة . ففي  
الجنوب توجد الصحراء الفكتورية العظيمة ، وفي الشمال الغربى  
توجد الصحراء الرملية الكبرى ، وبالتقرب من مركز الجزيرة  
الاسترالية ، توجد صحراوات جيسن وأرتتا وسيمسن ، وأهالى  
الصحراء على درجة من صحراء أتاكاما : صحراء أتاكاما هى  
الصحراء الوحيدة في أمريكا الجنوبية ، وتقع على البدائية ،  
كتلك التى عليها سكان صحارى كلهارى بأفريقيا .

#### ٤ - صحراء أمريكا الجنوبية :

على طول الشاطئ الشمالي لجمهورية شيلي ويعتقد بأن الصحراء من أكثر مناطق العالم جفافا . ويبلغ طول الرافد كما ١١٢٠ كم وعرضها ١٦٠ كم . ويسكن هذه الصحراء الهنود .

#### ٥ - صحراء أمريكا الشمالية :

تقع صحراوات أمريكا الشمالية في دولتين هما الولايات المتحدة والمكسيك .

١ - صحراء سونورا ، في أريزونا ، وتمتد جنوبا الى المكسيك .

٢ - صحراء كلورادو ، في كاليفورنيا وأريزونا .

٣ - صحراء تشيهواهوا ، ومعظمها في المكسيك ، ولكنها تمتد شمالا الى تكساس والمكسيك الجديدة .

٤ - صحراء موجافي ، في كاليفورنيا ، وتمتد في ييفادا وأريزونا قليلا .

٥ - صحراء الحوض العظيم ، في يوتاه ونييفادا .

٦ - صحراء بينتد : في أريزونا ، وهي صحراء صغيرة مثيرة للاهتمام ، وتمتاز بشرفاتها وتلالها مسطحة القمة قائمة الجوانب ، ورمالها حمراء وصفراء وأرجوانية .





## الأمواج وشكل الشواطئ

البحر لا يهدأ أبداً • فهو دائم الحركة ، ولا يتوانى عن مهاجمة الشواطئ • وعندما تتصدى له الرؤوس البحرية الصخرية ، تقوم أمواجه العنيفة بالتهام سفوحها ، محدثة بعض التكوينات الرائعة •

يوم هنا ويوم هناك ، تلك دأب الأمواج في هجومها على اليابسة • وشيئا فشيئا ، تصنع الأمواج حدود السواحل من خلال نشاطها الدءوب •

وتستمد الأمواج الطاقة الهائلة التي تحتاجها لهدم الجروف وبناء الشواطئ من قوة الرياح ، فعندما تهب الرياح فوق سطح البحر ، تبطيء طبقة الهواء القريبة من السطح بسبب الاحتكاك •

كلما كان الهواء قريبا من سطح البحر ، كان أكثر بطئا • لذا فالطبقة التي تعلو سطح البحر يبضع سنتيمترات ، تتحرك بصورة أسرع من طبقة الهواء الملاصقة للسطح • وبما أنها تتخطى الطبقة الأسفل منها ، تندفع للأمام ، وتدفع البحر

لأسفل ، وتشكل منه بطون الأمواج • وفي الورا بعيدا ، يرتفع الماء عاليا مكونا قمم الأمواج •

وبرغم تحرك الأمواج ، الا أن المياه الموجودة بها تظل في نفس مكانها بالفعل • فكل جزىء من الماء يجرى في مسار دائرى ، ويعود من حيث بدأ • وتستهلك هذه الرحلة الدائرة قدرا قليلا جدا من الطاقة ، لذا يمكن للأمواج الكبيرة أن تستمر لمسافات طويلة ، في الوقت الذى تكون فيه الرياح العاصفة التى أحدثتها قد رحلت بعيدا •

ولما كانت الأمواج تتكسر عند وصولها الى الشاطئ ، فتأثير اليابسة على قاع البحر ، كتأثير الرياح على سطحه عندما يكون الموجة • فاحتكاك اليابسة بقاع البحر يبطئ من قاع الموجة أكثر من قممها ، لذا تندفع طبقاته السطحية المتحركة للأمام كموجة عاتية •

ولهذه الموجات العاتية قوة عظيمة ، فهى تعمل على سحق الجروف الصخرية وقطع جلاميد الصخر الكبيرة • وعندما تنفصل قطع الجرف بعيدا داخل البحر ، تقذفها الأمواج التالية نحو الجرف ، لذا يظل الصخر مقذوبا بشكل مستمر بوابل من الأحجار والماء •

## التعريف التدريجية :

عندما تحطم موجة عاتية أمامية جرف ، تزيل الأمواج الخلفية فتات الصخور . ويكون ماء الموجة المهاجمة عادة ، أقوى من ماء الموجة المنسحبة ، ومع استمرار حركة الأمواج ( أى أكثر من اثنتى عشرة موجة فى الدقيقة ) ، تصطدم الأمواج الأمامية، بالأمواج المنسحبة . ويؤدى هذا التصادم الى اضعاف قوة الأمواج المهاجمة . ونتيجة لذلك ، تصبح المواد المزالة من الشاطئ أكثر من المواد المضافة اليه . وتتهقر اليابسة ببطء بعيدا عن البحر .

حينما يتكون ساحل البحر من رؤوس بحرية وخلجان ، لا تضربه الأمواج بكامل طوله بصورة متساوية . حيث تضرب الأمواج الهادرة القادمة من البحر ، الرؤوس البحرية أولا ثم تبليها . لكن قوة الأمواج غالبا ما تهبط قبل أن تصل الى شاطئ الخليج ، والتي تضربه عادة نحو ثمانى مرات فى الدقيقة . وفى مثل هذه الأمواج ، تعتبر الأمواج العاتية المهاجمة ، أقوى من الأمواج المنسحبة ، لذا تتزايد المواد المنجرفة نحو الشاطئ تدريجيا ، بينما تتناقص الرؤوس البحرية .

واذا استمر هذا النشاط لملايين السنين ، فستكون النتيجة  
باعثة للقلق ، اذ تجعل من الشاطئ خطا مستقيما ، ذو رؤوس  
بحرية غارية وخلجان منقثة • وعادة ، قبل أن تكتمل العملية  
فان منسوب البحر اما أن يعلو أو يهبط ، واما تفيض أودية  
جديدة ، أو تنكشف جروف جديدة • ويبدأ نشاط الأمواج  
الصارم كرتة من جديد •

## الفرق بين الطقس والمناخ

ربما لا تعتقد ان مدرستك لديها أى شىء تقوله لك عن المناخ، لكننا سنجعلها تساعدنا فى التمييز بين الطقس والمناخ . فعلى الرغم من أن الطقس والمناخ مرتبطان ببعضهما ارتباطا طبيعيا ، إلا انه من المهم أن نبين الفرق بينهما ، لأن العديد من العوامل التى تؤثر على حياتنا ، تتأثر هى نفسها بالمناخ الذى نعيش فيه .

انتبه لهذه المسألة : « كانت مدرستى السيدة براون مزاجها متعكر جدا هذا الصباح ( الطقس ) ، لكنها فى الواقع ، سيدة لطيفة معظم الوقت ( المناخ ) » وبمعنى آخر ، يشير الطقس الى الظروف الجوية السائدة فى مكان معين فى زمن معين ( تخبرنا توقعات الطقس ، بالحالة التى سيصبح عليها الطقس فى اليوم التالى ) . اما المناخ فهو متوسط حالات الطقس لمكان ، والذي يؤخذ عادة طوال الأيام كلها خلال السنة .

وبالنسبة لمكان معين ، فيعنى هذا أنه يجب اجراء قياسات عديدة ، تشمل على متوسط درجة الحرارة اليومية ، ومتوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى اليومية ، ومتوسط نسبة

الرطوبة ( كمية بخار الماء الموجود في الجو ) • كميات السحب وأشعة الشمس ومتوسط سقوط المطر ، وسرعة الرياح • تؤخذ هذه القياسات لكل شهر ولكل سنة ، لتحديد نوع المناخ الخاص بالمنطقة •

### افكار مناخية :

ولكن هناك ما هو أكثر من ذلك بكثير بالنسبة للمناخ ، وليس مجرد القياسات التي تؤخذ كل يوم • ففترات الجفاف التي تجفف الأراضي والفيضانات التي تدمرها ، تعد أمثلة مخيفة للتأثيرات التي تحدثها تغيرات المناخ • ويأمل العلماء أن يأتى اليوم الذى يستطيعون فيه تجنب هذه الأضرار ، عن طريق تسخير المناخ ، وربما يستطيعون أنعاش الحياة من خلال توفير المياه لبعض المناطق الجرداء كالصحراء الكبرى •

ومع ذلك ، فلا يزال هناك الكثير من الأعمال الواجب القيام بها ، اذا أردنا حل مشكلة مناخنا ، واكتشاف أسباب هذه التغيرات • ومن الغريب كما يبدو أن يستخدم العلماء دليل مناخ الأرض كما كان في الماضى للمساعدة في وضع أسس لتنبؤاتنا لفترات طويلة من المستقبل •

لم يكن الا خلال القرن الماضى فقط ، عندما وجد العلماء والجيولوجيون دليلا على أنه منذ آلاف من السنين ،

كانت تقع مساحات كبيرة من بريطانيا تحت غطاء جليدى ضخيم ،  
بينما فى فترة أخرى فى الماضى ، كانت الصحراء الكبرى ذات  
يوم منطقة معشبة وخصبة . وتتباين هذه الظروف المناخية  
بشكل حاد مع الظروف السائدة حاليا ، والتي نجمت عن  
التغيرات المناخية .

ومنذ أن تمت هذه الاكتشافات ، وجدت دلائل أخرى  
تخبرنا كيف كان يتقلب المناخ فى الماضى . وكان كل عصر  
مناخى يترك دليلا على وجوده . ومن خلال هذه المكتشفات  
استطاع العلماء بناء نموذج تاريخيا عن التغير المناخى الذى ساد  
كوكب الأرض منذ عصور بعيدة .

ويمكن بدلالة السجل الذى دونه البشر عن التغير المناخى،  
أن نفسر فترة حوالى ثلاث آلاف سنة فقط . فحتى أكثر الأمم  
تقدما فى العالم ، لم تحتفظ بسجلات رسمية عن درجة الحرارة  
وسقوط الأمطار والملازم الأخرى لما يزيد على قرن من الزمان .  
ولنعود أكثر للوراء ، باستخدام دلالة التدوين المباشر ، نجد أن  
الباحثون اعتمدوا على يوميات الناس الذين أولوا اهتماما كبيرا  
بالطقس والمناخ ، عندما أصبحت الترمومترات والبارومترات  
متوفرة لأول مرة فى أواسط القرن السابع عشر .

وتعطينا هذه البيانات ، مؤشرا جيدا عما كان يسمى

بـ « عصر الجليد البسيط » في نهاية القرن السابع عشر . فقد كان يتسم هذا العصر بمناخ بارد جدا ، حيث زحفت الثلجات مرة أخرى ، وتحول نهر التايمز في لندن الى حالة التجمد .

### سجلات قديمة :

لكي نأخذ فكرة عن الظروف المناخية قبل هذا العصر ، علينا أن نستخلص الدليل من مصادر مثل سجلات المزارع القديمة . فعلى سبيل المثال ، وجدت العديد من التفصيلات عن المزارع الانجليزية وبيوت الاقطاعات من القرن الثاني عشر والثالث عشر . وتوضح لنا سجلات عدد الخرفان التي نفقت في (lambing time) ، فكرة عن حالة المناخ في فصل الربيع ، ومدى رطوبة تناج المحاصيل ، ودرجة جفاف أنواع نعال الجياد ، حيث كانت نعال الخيل ، تبلى بسهولة في التربة الجافة الصلبة .

فمبسط الوحي المرسوم بعلامة غربية الشكل ، أو عظام النبوة ، التي اكتشفت في الصين خلال القرن التاسع عشر ، تأخذنا بعيدا للوراء . فيرجع تاريخ هذه الآثار الى حوالى ثلاثة آلاف سنة ، ويبدو أن النقوش التي تشير الى الأمطار ، كانت تبين أن فصول الشتاء في شمال الصين ، كانت أكثر اعتدالا مما هي عليه الآن .



ومع ذلك ، فمن الآن فصاعدا ، يجب أن ننظر الى  
الدليل في الطبيعة ، ليخبرنا كيف تغير المناخ على مر التاريخ فوق  
سطح الأرض .

ومن جميع سجلات الطبيعة ، فالتاريخ الأكثر دقة حتى  
الآن الذى سجل تطور المناخ القديم ، قد جاء من حلقات  
الأشجار . حيث يخبرنا عرضها ، وسمكها ومعالمها الأخرى ،  
بتغير المناخ المحلي كل عام . وعلى سبيل المثال . فالسنة التى  
كانت درجات حرارتها منخفضة ، أو كان سقوط المطر قليلا ،  
كانت تعطى حلقة هزيلة . وكما هو معروف . فمعظم الأشجار  
لا تعيش أكثر من بضعة مئات من السنين ، وحتى أقدم الأشياء  
الحية على الأرض ، مثل أشجار صنوبر بريستلكون فى  
كاليفورنيا والغرب الأمريكى ، لم يزد عمرها عن ٤٥٠٠ عام .  
ومع ذلك ، فالأشجار الميتة المجاورة ، قد تكون أكثر قدما .  
وبمطابقة حلقات شجرة حية مع حلقات شجرة ميتة ، يمكن تحديد  
بدقة ، الزمن الذى فيه ماتت الشجرة . ويمكن استخدام  
الحلقات الأولى لهذه الشجرة الميتة بعد ذلك فى تحديد أنماط  
المناخ لفترة تصل الى ثمانية آلاف عام .

ولا تسجل حبوب اللقاح التغيرات السنوية فى المناخ ،  
بينما يمكنها أن تعيش لعدد من القرون . ففى التربة غير المقلقة،

تميل جبوب اللقاح القديمة لأن تدفن على عمق كبير تحت سطح الأرض ، وبهذه الطريقة تقدم جبوب اللقاح سجلا لأنواع المتعاقبة من النباتات التي نمت في المنطقة . وقد درست لقاحات أوروبية مختلفة ، يرجع تاريخها منذ نهاية العصر الجليدي العظيم الأخير ، منذ حوالي ١٠٠٠٠ آلاف عام . وتبين هذه اللقاحات، أن هذا العصر الجليدي تبعه عصرا أكثر دفئا في أوروبا ، عندما كان متوسط درجات الحرارة أكبر بدرجة مئوية واحدة من درجات الحرارة في الوقت الحالي . وتخبرنا أيضا بالكثير عن شمال أوروبا التي كانت مغطاة بغابات البلوط خلال تلك الحقبة .

وإذا أردنا الرجوع الى فترات سابقة أكثر للماضي ، للتعرف على أحوال الطقس ، فيجب ألا نرصد شيئا فوق الأرض، بل داخلها : في البحر ، وفي الجليد وفي الصخور .

### دلالة الحفريات :

تعتبر البحار والمحيطات من العوامل المهمة جدا في التعرف على المناخ الموجود على الأرض اليوم كما في الماضي . حيث تمتص حرارة الشمس ، وتحمل تياراتها الحرارة من خط الاستواء الى القطبين . ولكننا يمكن أن نجد في البقايا الحفرية الموجودة في قاع المحيط ، سجلا للمناخ بأحوال اليابسة .

فبلايين من أصداف الحيوانات الدقيقة والنباتات تعيش في الطبقات العليا من المحيطات . وفي المياه الضحلة ، لا تتحلل أصدافها عندما تموت ، لكنها تنجرف الى القاع . ويعد ترسيب هذه الأصداف بطيئا جدا ، اذ يحتاج لآلاف السنين حتى يكون طبقات ضئيلة .

وعندما نأخذ عينات من قاع البحر ، يمكننا أن نحصل على سجل بالتغيرات في درجة الحرارة على مدى ملايين السنين . ويمكن لأنواع مختلفة أن تعيش فقط في المياه الدافئة ، بينما لا يمكن لأنواعا أخرى أن تتحمل الظروف شديدة البرودة . وقد أخذت بعض العينات من المحيط الأطلنطي ، وأعطتنا خريطة لدرجة الحرارة ، يرجع تاريخها الى ما يزيد على ١٠٠ مليون سنة . وباختبار كمية الأكسجين الموجودة أيضا في هذه الأصداف ، أمكن التعرف على الظروف الجليدية ، لأن نسبة الأكسجين تتزايد ، عندما يزداد حجم الثلج .

وقد أمدنا الجليد نفسه بقدر كبير من المعلومات عن المناخ . ونحن نعرف أن معظم الأرض كانت مغطاة في الماسضى بغطاءات جليدية ضخمة ، لأنه في العديد من الحالات ، كان لفعل الغطاءات الجليدية تأثيرا كبيرا على تشكيل وجه الأرض . ويدلنا تقدم وانحسار الجبال الجليدية أيضا ، فيما اذا كان المناخ دافئا أو باردا .

وتخبرنا القلنسوات الجليدية القطبية بتقدير هائل من المعلومات أيضا . فقد تراكمت هذه القلنسوات الجليدية على مدى آلاف السنين ، بشكل مشابه للحفريات التي ترسبت في البحر . وقد اكتشف أن الأكسجين الموجود في الثلج الجليدى يتغير تبعا لدرجة الحرارة التي فشل فيها الثلج في تكوين القلنسوات الجليدية . فكلما كانت درجة الحرارة أقل ، كانت نسبة الأكسجين الموجودة في الثلج أقل .

وأظهرت عينات الثلج التي تم أخذها من جرينلاند عن تغيرات واضحة في المناخ على مدى المائة ألف سنة الماضية . فنحن نعرف الآن أنه منذ تسعون ألف سنة ، كان هناك هبوط في درجات الحرارة في جميع أنحاء العالم . وفي الثمانين ألف سنة التالية لها ، تمددت القلنسوات الجليدية القطبية على مدى عصور جليدية مختلفة ، حتى حوالى العشرة آلاف سنة الأخيرة ، عندما بدأت تسود العالم فترة من الدفء النسبى .

وإذا أردنا البحث عن أحوال المناخ في فترات زمنية طويلة جدا ، علينا النظر في صخور القشرة الأرضية . فقد كانت توضع طبقات الصخور فوق بعضها ، عندما كانت القارات تبدو مختلفة تماما عما هي عليه الآن . فقد كانت طبقات الفحم محفوظة منذ حوالى ثلاث مئة مليون عام مضى . ولما كان الفحم يتسكون

من نباتات تحللت وأصبحت طبقة صخرية ، فإن طبقات الفحم هذه ، تدل على أن كثيرا من مناطق الكرة الشمالي ، كانت مغطاة بالمستنقعات الاستوائية •

### التغيرات السطحية :

بينما بدأت القارات تتجمع مع بعضها لتكون «أم القارات» البانجيا «Pangaea» ( انظر موضوع متى تكونت القارات ؟ ) منذ مائتي مليون سنة ، فتخبرنا طبقات الصخر الرملية عن أن معظم هذه المنطقة كانت شديدة الحرارة ، وشبيهة بالصحراء • وتوضح الصور في هذه الصفحات ، كيف تغير سطح الأرض نتيجة تغير المناخ على مدى ملايين السنين •

واستطاع الانسان من خلال هذه السجلات جميعا ، أن يبنى صورة واضحة مفصلة عن تغير المناخ على مدى عدة ملايين من السنين • ولكن بدلالة الانسان نفسه ، فقد أعطانا المناخ ، ملمح تاريخي مهم • فقد بدأت حضارة الانسان في الازدهار منذ العشرة آلاف سنة الأخيرة فقط ، أى منذ نهاية العصر الجليدى الأخير • واستطاع الرومان خلال هذه الفترة الزمنية القصيرة ، أن يشيدوا امبراطورية عظيمة في الفترة من عام ٣٠٠ ق.م. الى عام ٤٠٠ بعد الميلاد ، وكانت تعرف تلك الفترة بالفترة الدافئة الجافة • وتلتها « عصور مظلمة » وفترة مناخ بارد •

هناك شيئا واحد مؤكد ، وهو ان الانسان يتأثر بالمناخ ،  
ولذا فعلينا الاستمرار في البحث لنرى ما التغيرات المدخرة لنا في  
المستقبل . لكننا الآن وصلنا الى مرحلة يستطيع فيها أن يسيطر  
على مناخه ، وتتطلب هذه المرحلة دراسة واعية أيضا .

### مناخنا التغير :

الأرقام والصور ، هي الوسائل التي يستخدمها الانسان  
في الكشف عن المناخ في الوقت الحالي . ففي الصفحات  
السابقة ، قرأت كيف تم دراسة ظروف المناخ في الماضي  
البعيد والحديث ، باستخدام أساليب مختلفة تماما : فبداية  
بسجلات المزارع القديمة وحلقات الأشجار الى العينات  
المأخوذة من قاع المحيطات وطبقات الصخور . وقد كان هناك  
القليل جدا من السجلات المكتوبة المتخصصة وبالتأكيد لم  
توجد صوراً !

### الظروف المناخية في عالم اليوم :

#### ١ - الغابة المطيرة :

مناطق شديدة الحرارة ، سقوط أمطار غزيرة في كل  
فصول السنة .

#### ٢ - السافانا :

صيفيات حارة ، شتويات دافئة ، سقوط أمطار من معتدلة  
الى غزيرة .

- ٣ - صحراء قريبة من خط الاستواء وسهب :
- مناطق دائمة الحرارة ، مطر قليل أو خفيف .
- ٤ - مناخ دون استوائي جاف :
- صيفيات حارة ، شتويات معتدلة ، مطر خفيف الى معتدل .
- ٥ - مناخ تحت استوائي رطب :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار معتدلة .
- ٦ - مناخ بحري معتدل :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار من معتدلة الى غزيرة .
- ٧ - مناخ قاري رطب :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار معتدلة .
- ٨ - سهوب قارية :
- صيفيات دافئة ، شتويات معتدلة البرودة الى باردة ، أمطار قليلة .
- ٩ - صحراء قارية :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار خفيفة .
- ١٠ - تحت القطب الشمالي والتانديرا :
- صيفيات قصيرة ، شتويات طويلة ، سقوط أمطار متنوعة .

## ١١ - الأراضي الجبلية :

أبرد من الأراضي المنخفضة التي تقع على نفس خط العرض ، سقوط الأمطار متغير .

واليوم فقد تغير كل ذلك تماما . فدراسة المناخ اليوم تشتمل على سلسلة كاملة من القياسات تؤخذ على مستوى العالم . ويجرى تحليل هذا القدر الهائل من المعلومات بعد ذلك بواسطة أجهزة الكمبيوتر . وبالمثل ، فمن خلال أقمار الطقس التي تدور حول الأرض ، يحصل العلماء على المعلومات والصور عن الملامح المناخية ، مثل درجة حرارة سطح المحيط ، غطاء السحب والحرارة التي تعكسها الأرض .

يمكن مقارنة نظام مناخ الأرض ، في بعض النواحي ، بآلة ضخمة تشكل فيها جو الأرض والمحيطات والقلنسوات الجليدية العناصر الكبرى .

يأتي مصدر الوقود في الأرض عن طريق الطاقة الحرارية المستمرة من الشمس ، التي تحفظ هذه العناصر في حركة دائمة ، ومن خلال تفاعلها تنتج لنا الطقس اليومي والمناخ العام .

ولكن مثلما عرف الاغريق منذ ما يزيد على ألفي سنة مضت ، أن الأرض ليست لها مناخ ثابت واحد . فقد عرفوا أن أجزاء العالم القريبة من خط الاستواء كانت مناطق حارة ،



والمناطق القريبة من القطبين كانت باردة • وكانت اليابسة بين هذه المناطق ليست بالحرارة جدا ولا الباردة جدا - مناخ معتدل • ويمكن تحديد المناخ في الوقت الحالي بدقة عالية جدا ، بالرغم من أنه في القارات الكبيرة يتغير المناخ من منطقة لأخرى • أنها تروس التغير في آلة المناخ ، بالإضافة الى الملامح المديدة للمكان نفسه ، هي التي تجعل أى مناخ في أى جزء فوق سطح الأرض ، يختلف عن مناخ الجزء الآخر •

وأحد العوامل الرئيسية هو خط العرض (Latitude) أى بعد المكان عن خط الاستواء (خط الاستواء هو خط الصفر الذى يقسم الكرة الأرضية الى نصفين شمالى وجنوبى ) حيث تصل معظم أشعة الشمس الى المنطقة القريبة من خط الاستواء ، عن المناطق الأخرى ، لأن سقوط الأشعة في منطقة خط الاستواء يكون رأسيا • وتعطى لنا شدتها الحرارية العظيمة، مناخ استوائى ، لا يتغير كثيرا على مدار العام • وعندما يبتعد المسافر عن خط الاستواء ، تأخذ درجات الحرارة في التناقص • فعلى سبيل المثال ، فالحرارة التي تسقط على المملكة المتحدة أقل من الحرارة التي تسقط على جنوب أفريقيا ، ولما كانت الشمس تعبر خط الاستواء مرتان في السنة ، فان لبريطانيا مناخ موسمي • فهي دافئة في الصيف ( شهر يوليو ) وباردة في الشتاء ( شهر يناير ) • وفي جنوب الكرة الأرضية ، تتبدل

الفصول ، فالمناخ في نيوزلندا بارد في شهر يوليو ، ودافئ في شهر يناير .

ولما كانت حرارة الشمس تبلغ ذروتها عند خط الاستواء، فهي تعمل على تسخين الهواء ، الذى يرتفع بعد ذلك ويكون السحب والرياح في كتل هوائية متحركة . وهذه تتحكم في نمط الدورة العامة للفلاف الجوى . وعادة ما تتجه الحركة من خط الاستواء صوب القطبين ، وتنحرف الرياح نتيجة دوران الأرض . فهي تنحني لليمين في نصف الكرة الشمالى والى الشمال في نصف الكرة الجنوبى .

تضفى المناطق القطبية ، تأثير البرد على مناخ الأرض . وهذا لأن الغطاءات العظيمة من الجليد والثلج تعكس أشعة الشمس ، وتقلل من كمية الحرارة التى يحتجزها سطح الأرض . ويثير الهواء القطبى البارد ، رياحا باردة قارصة .

عندما تندفع الرياح المختلفة فوق المحيطات ، تخلق عاملا مناخيا مهما آخر - ألا وهو تيارات المحيط التى تعتبر دوامات عظيمة من الماء المتحرك « تدفق » عبر المحيطات ، ولها تأثير البرد أو الدفء تبعا للرياح التى تحدثها .

تقع جزيرة نيوزلندلاند على نفس خط عرض بريطانيا ( خط عرض ٥٠ شمالا ) ، لكنها أكثر منها برودة . ويرجع

الاختلاف بينهما الى أن تيار الخليج ، ذلك التيار الدافئ الذى يفيد المناخ البريطانى • ويؤثر تيار لابرادور على نيوفوندىلاند بطريقة عكسية • فلولا تيار الخليج ، لكنت بريطانيا فى نفس برودة جرينلاند • برد قارص !

ولما كانت محيطات الأرض تستطيع اختزان ونقل الحرارة ، فالأحوال المناخية تتنوع من مكان لآخر تبعاً لموقعها بالنسبة الى المحيط •

ففى الصيف تدفأ اليابسة أكثر من البحر ، وربما تكتشف ذلك عندما تذهب للاستحمام فى البحر • فالهواء البارد من فوق سطح البحر ثم يهب على الساحل وتنخفض درجة الحرارة • وأثناء الليل فى الشتاء تبرد اليابسة أسرع من البحر ، وتأتى بالهواء الدافئ من البحر لرفع درجة الحرارة •

ان هذا يعنى أن المناطق الساحلية ليست لها درجات حرارة يومية وموسمية كبيرة مثل أواسط القارات التى تبعد عن البحر مئات الكيلو مترات •

ومن العوامل الأخرى التى تؤثر على المناخ ، الظروف الجغرافية المحلية وخاصة الارتفاع ، ويقصد به عادة السلاسل الجبلية • فعلى الرغم من تسخين أشعة الشمس لسطح اليابسة ،

فتأثيرها على الهواء التى تمر خلاله يكون تأثيرا ضعيفا • ولذا فكلما صعدنا الى أعلى يصبح الجو باردا ، ويتغير تبعا لذلك نوع النباتات •

تعتبر قمم الجبال العالية قلسوات ثلجية ، لأنها تصل الى طبقات الهواء العليا شديدة البرودة وتكون معرضة للرياح الباردة • وتظل هذه المناطق العليا أكثر برودة فى فصل الصيف عن الوديان والأراضى المنخفضة أسفلها •

وتساعد الجبال أيضا فى تحديد مدى رطوبة المناخ ، حيث يرتفع الهواء الرطب عندما تدفعه الرياح تجاه الجبال أو فوق هواء أبرد • بعد ذلك يبرد ويتكثف الى سحب تسقط منها قطرات المطر •

يعتبر الهواء رطبا جدا فوق البحر ، عندما ترتفع درجات الحرارة • وهذا يعنى سقوط أمطار شديدة جدا فى الغابات الممطرة بالمناطق الاستوائية عندما يهب الهواء من المحيطات •

### المستقبل :

نشأ أكثر الأماكن جفافا على سطح الأرض ، عندما تهب الرياح لمسافات طويلة فوق الأراضى الساخنة • فهناك حزام مستمر من الهواء الدافئ فوق منطقة الصحراء الكبرى مع فرصة تكون سحب قليلة ، وسقوط أمطار سنوية قليلة جدا •

قد تأتي أحد أسباب تغيرات المناخ قصيرة المدى ، نتيجة التغيرات التي تحدث في الشمس نفسها • فالبقع الشمسية ( بقع من الغاز البارد ) ، تعتبر ملامح طبيعية فوق سطح الشمس • ومع ذلك فقد شوهد منها القليل جدا ، عندما بردت الأرض في العصر الجليدي القصير في القرن السابع عشر • مثل هذه الأنشطة الغريبة، قد تفسر اتجاهات البرودة •

فقد أحدثت البراكين النشطة ، كالتى حدثت في جزر هاواي ، سحباً هائلة من الغبار والغاز ، حتى وصلت للطبقات العليا من الغلاف الجوي • هذا الغطاء السحابي ، عكس أشعة الشمس بعيداً عن الأرض ، وأحدث تأثير البرد على مستوى العالم وبعد انفجار كاداكاتوا في عام ١٨٨٣ ، كانت السنوات التالية القادمة باردة برودة واضحة •

فالمصور التي تلتقطها أقمار الطقس التي تدور حول الأرض ، تعطينا المزيد من المعلومات عن الطقس • وتستخدم لدراسة التوزيع في تغيرات السحب ، والثلج والجليد فوق سطح الأرض • وتغطي معلومات أيضاً عن الغلاف الجوي والمحيطات • ويمكننا باستخدام صور الأقمار الصناعية ، قياس تأثير التلوث البشرى والافراط في رعى الماشية •

ولكن بالرغم من ادراكنا التام بخصائص مناخنا الحالي ، يشعر العديد من رجال الأرصاد بأن التغيرات ليست بعيدة تماماً وقد تحدث الآن • فالجفاف المتكرر في أفريقيا والهند وازدياد ثلوج البحر الشتوية حول أيسلندا قد يكون نتيجة للتغيرات التدريجية •

وقد صورت بعض الأسباب المحتملة في هذه الصفحات .  
فالنشاط الشمسى يعد أحد عوامل تغير المناخ . وقد يكون  
للإشعاع المتزايد والبقع الشمسية تأثيرات مناخية على كمية  
الحرارة التى يمتصها الجو . والنشاط البركانى له تأثير ملحوظ  
فالسحب الهائلة من الرماد والغبار المتصاعد . تكون طبقات ،  
تعكس أشعة الشمس ونتيجة لذلك يبرد سطح الأرض .

وبالنسبة للتنبؤات على المدى البعيد ، يبدو ان معظم  
التوقعات غير متفائلة . فقد تم اجراء حسابات توضح أن مواسم  
الصيف فى نصف الكرة الشمالى فى طريقها لأن تكون أقصر  
وأبرد ، فربما تصبح الغطاءات الجليدية فى القرب فى شهر  
مارس مرة أخرى .

لكن أية توقعات يجب أن تأخذ فى الاعتبار التأثيرات التى  
يحدثها النشاط البشرى فى القرن العشرين على المناخ . فتلوث  
الجو الناتج من عوادم السيارات ، والطائرات والمصانع ،  
يعنى أن الأكسجين يستبدل بثانى أكسيد الكربون . فإذا أحدث  
هذا التلوث غطاء على الأرض ، فالحرارة التى تنعكس الى داخل  
الفضاء ، سوف تبقى وسترتفع درجات الحرارة فوق سطح  
الأرض . وهذا ما يسمى « بتأثير الصوبة الزجاجية » .

تسبب المدن الكبرى وعدد السكان المتزايد تأثيرات محلية  
( فوسط لندن أدفاً بحوالى ٢ درجة مئوية عن الريف المجاور )

لها ) ، وإزالة النباتات بسبب رعى الحيوانات ، وقطع أشجار الغابات من أجل الاستفادة بأخشابها في الوقود ، يعني انعكاس مزيد من الحرارة على سطح الأرض .

ولما كانت للتغيرات القليلة في المناخ ، تأثيرات ضارة جدا على مورد الغذاء العالمي ومظاهر حياتنا الأخرى ، فالإنسان في حاجة ملحة لأن يعرف المزيد عن التغيرات الطبيعية والتي قد تكون من صنع يديه . حينئذ فقط سوف نعرف ، إذا ما كان هناك عصر جليدي جديد أو أن هناك مجهود كبيرا يجب أن يبذل ل إيقاف التلوث والارتفاعات المتزايدة في درجة الحرارة .





## متى يتخلف الغلاف الجوى ؟

الجو المحيط بنا لا يهدأ أبدا • فيمكنه أن يحدث أى شيء بدءا من نسيم عليل الى اعصار ذو قوة تدميرية تعادل مئات المرات قنبلة هيدروجينية •

يعمل الغلاف الجوى للأرض كطبقة واقية تحميها من أشعة الشمس الضارة ويحجب عنا حرارتها الزائدة •

وتعمل طبقة الهواء المحيط بكوكبنا أيضا ، على عدم برودة الأرض بسرعة أثناء الليل — كما هو الحال بالنسبة للقمر الذى ليس له غلاف جوى ، على سبيل المثال — ويعمل حاجزا يحمى الحياة ، فيحرق الشهب قبل اصطدامها بسطح الأرض • ويدون الغلاف الجوى ، بطبيعة الحال ، لا نستطيع التنفس • ولكن بمقارنة حجمه بحجم الأرض ، نجد الغلاف الجوى المحيط بها صغيرا للغاية •

فلا تزيد سمك طبقة الهواء الكثيفة جدا ، القريبة من سطح الأرض عن خمسة كيلو مترات ونصف • وفوق هذه

الطبقة تتناقص كثافة الغلاف الجوى شيئا فشيئا حتى اذا وصلنا ارتفاع ٤٠ كيلو مترا من فوق سطح الأرض ، نجد أنها تلاشت تقريبا .

ومع ذلك ، فهذه الكتل الهوائية الكثيفة جدا ، تتحرك ونسبح حول الكوكب فى حركة منتظمة تقريبا .

والقوة الأساسية التى تحدث هذه الرياح ، هى الاختلاف فى درجات الحرارة بين القطبين وخط الاستواء . فالهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد ، ولهذا السبب يصعد لأعلى ، ( وتلك هى القاعدة التى تعمل بها البالونات المزودة بالهواء الساخن ) ، ويسبح الهواء البارد ليحل محله . وعلى ذلك فالهواء الاستوائى يصعد لأعلى ، ويتحرك الهواء القطبى البارد ليحل محله .

لكن هذه الحركات الهوائية تصبح أكثر تعقدا ، من حقيقة أن الأرض تدور حول نفسها . وبما أن الأرض تدور حول نفسها ، فهى تميل الى ترك الغلاف الجوى خلفها ، بحيث يتجه الهواء المتحرك ناحية الشمال ، جهة اليمين ، والهواء المتجه نحو الجنوب يتجه نحو اليسار .

وهناك تعقيد آخر يتمثل فى الاختلاف بين اليابسة والبحر . حيث تميل اليابسة ( الأرض ) الى أن تدفأ بسرعة وتبرد بسرعة ،

والبحر على النقيض من ذلك ، يدفأ ببطء ويبرد ببطء • وتكون النتيجة أن يسخن الهواء في فصل الصيف فوق جميع القارات ، ويحل محله الهواء الأبرد القادم من المحيطات ، وفي الشتاء يحدث العكس فيكون هواء المحيط دافئاً ، وينتقل الهواء من القارات الى المحيطات • ( ويحدث نفس التأثير أيضا بصورة يومية ، عندما يهب النسيم العليل من البحر أثناء النهار ، وينتقل نسيم الأرض الى البحر أثناء الليل ) •

وبالإضافة الى تأثيرات دوران الأرض حول نفسها ، وعمليات التسخين والتبريد المختلفة للقارات والمحيطات ، فان لفصول السنة وطبوغرافية الأرض ( سلاسل الجبال ، التلال والسهول ) لها تأثير أيضا • لذا فدورة الغلاف الجوى في تغير دائم ، وتحدث ما نسميه بـ « الطقس » •

والسمة الأكثر أهمية للطقس ، هي تكوين المنخفضات الجوية ( أعاصير ) وضديد الأعاصير ( مرتفعات الضغط الجوى ) • فالمنخفضات هي مناطق الضغط المنخفض التى يسببها الهواء الدافئ المتصاعد والمنتشر • ويتخذ الهواء المحيط شكلا حلزونيا - فيكون عكس عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالى ، ومع عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبى - ليملا منطقة الضغط المنخفض • وضديدات الأعاصير هي مناطق الضغط المرتفع التى يسببها الهواء البارد الهابط • ويتلوب

الهواء بعيدا عن ضديد الأعصار مع عقارب الساعة في الشمال ،  
و ضد عقارب الساعة في الجنوب ، لملء المنخفضات المحيطة .

### العواصف العنيفة :

تميل حركات الهواء البالغة العنف الى الحدوث في غرب المحيط الأطلنطي ، ثم تزحف بعد ذلك جهة خليج المكسيك متجهة نحو الساحل الشرقي للولايات المتحدة . ولهذه العواصف أسماء مختلفة ، فهي تسمى بالأعاصير المدارية ( الذي تزيد فيه سرعة الرياح عن ٥٠ م في الثانية ) ، والأعاصير ( منخفض جوى يجذب الرياح الى مركزه بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي والعكس في نصف الكرة الجنوبي ) أو التيفون ( اعصار مدارى في غرب المحيط الهادىء ، والذي يسمى أحيانا ويلي ويلي ز ) ، ويتوقف تسمية العاصفة على المنطقة التي يحدث فيها من العالم .

هذه العواصف المدارية الدوارة ، هي في الأساس منخفضات عميقة جدا من الغلاف الجوى . فيمكن أن يصل طولها ٣٢٠ كيلو مترا وعمقها ٩١٠٠ مترا .

يتلوب الهواء متجها لأسفل ، ويدور بسرعة تصل الى ٣٢٠ كيلو مترا في الساعة ، بينما تسقط الأمطار الشديدة من السحب العاصفة المحلقة . وتوجد في مركز أو « عين » الاعصار

منطقة ذات هدوء رهيب ، يبلغ قطرها ٣٠ - ٣٥ كم ، وتتقدم العاصفة بكاملها ، بسرعة تصل الى ٣٠ كم في الساعة .

ويحدث اضطرابا آخر بالغ الخطورة في الغلاف الجوى ، وهو ما يسمى بالزوبعة أو التورنادو . وعلى عكس الأعاصير ، فهذه العواصف المدوية عادة ، تبدأ نشاطها من سطح فوق الأرض .

وبالرغم من وجود نظرية أو اثنتان ، الا ان رجال الأرصاد الجوية لا يزالون غير متأكدين تماما من سبب نشوء هذه الاضطرابات الشديدة في غلافنا الجوى ، لكنهم قادرون على الأقل في الوقت الحالى أن يبلغوا تحذيراتهم للسفن أو للأشخاص المتواجدين بمنطقة الأعصار .

وتبعث أقمار الطقس الصناعية ( ستالايت ) التى تحلق على ارتفاع ١٦٠ كم فوق سطح الأرض ، والتى تقوم بالتقاط سلسلة منتظمة من الصور ، لتكوينات السحب أسفلها ، الى المحطات الأرضية ، حيث يقوم رجال الطقس بفحصها ، للوقوف على التغيرات المهمة فى المحيط الشاسع لغلافنا الجوى الدائم الحركة .

#### مقياس الرياح لبوفورت :

تقاس شدة الرياح بواسطة جهاز يسمى بالرياح ، (anemometer) ، وهو جهاز مزود بثلاث طاسات مركبة

على ذراع فوق عمود دوار • وتعمل الرياح على دوران الطاسات، وتقاس سرعة الرياح بالمعدل الذي تدور به الطاسات ، وهو عادة بالأميال في الساعة • وتستخدم محطات الطقس مقياس بوفورت لتسجيل شدة الرياح • وقد اخترع الجهاز الأميرال الانجليزى السير فرنسيس بوفورت فى القرن التاسع عشر •

شدة الرياح	سرعة الرياح كم/س	نوع الرياح كما تبينها خرائط التنبؤ
٠	اقل من ٣	ساكنة
١	٣ — ٥	هواء خفيف
٢	٦ — ١١	نسيم خفيف
٣	١٢ — ١٩	نسيم لطيف
٤	٢٠ — ٢٩	نسيم معتدل
٥	٣٠ — ٣٩	نسيم نشط
٦	٤٠ — ٥٠	نسيم شديد
٧	٥١ — ٦١	عاصفة معتدلة
٨	٦٢ — ٧٤	عاصفة نشطة
٩	٧٥ — ٨٧	عاصفة شديدة
١٠	٨٨ — ١٠١	عاصفة شديدة جدا
١١	١٠٢ — ١٣١	عاصفة مدوية
١٢	أكثر من ذلك	اعصار

### كيف يتطور منخفض جوى :

كتلة هواء ساخنة وينشأ خطا بين الكتلتين ، وبتزايد هذا الخلل ، عندما تستمر « الجبهة الباردة » الحافة الأمامية للهواء البارد فى تخطى الهواء الدافئ وفى النهاية يتجاوز الهواء البارد الجبهة الساخنة . ويندفع الهواء البارد تحت الهواء الساخن ، جاعلا إياه يتحرك لأعلى فى الغلاف الجوى . وأثناء ارتفاعه يكون سحب ممطرة .

### الأعاصير :

ان أى منخفض جوى عميق جدا يعرف ما يسمى بالأعصار . فيمكن أن يمتد طول هذه العواصف الهوائية نحو ثلاثمائة كيلو مترا ، ويصل سمكها تسعة كيلوا مترات ، وتوجد فى وسطها ، منطقة هادئة ، يصل قطرها حوالى ١٥ - ٣٠ كم ، وتسمى بالعين ، يكون كل شئ فى هذه المنطقة ساكن تقريبا ، بينما خارج هذه المنطقة ، تتلوى الرياح حول العين بسرعة تصل الى ٣٠٠ كم فى الساعة .

ولا تستخدم كلمة اعصار الا فى جنوب الولايات المتحدة وجزر الهند الغربية ( أرخبيل فى شمال الأطلنطى ، بين شمال وجنوب أمريكا ) . وتسمى هذه العواصف الاستوائية فى بحر الصين بالأعصار الاستوائى ( التيفون ) ، بينما تسمى فى

المحيط الهندي بالاعصار الحلزوني ( السيكلون ) • وتسمى الأعاصير التي تظهر أمام شواطئ استراليا بويلي - ويليز • وأيا كان اسمها ، فتعتبر هذه العواصف من العواصف المدمرة • فقد نشط اعصار دافيد في جزر الهند الغربية وفلوريدا في شهرى أغسطس وسبتمبر عام ١٩٧٩ ، وقتل مئات من الأشخاص ، وأتلف العديد من المباني والمحاصيل • وفي جمهورية الدومينيكان، مات أربعمئة شخص في حادث واحد فقط ، عندما عصف الاعصار بالكنيسة التي كانوا يؤدون فيها طقوسهم الدينية ، نتيجة للفيضان الذي أحدثه شدة الاعصار •

#### النورنادو ( الاعصار النوامي ) :

يعتبر التورنادو من أعنف العواصف • فهو يشبه الاعصار لكنه أقل منه كثيرا ، بحيث يصل طوله عدة مئات من الأمتار • ويتحرك الهواء حول مركز التورنادو بسرعة كبيرة - تصل أحيانا الى ٣١٥ كم/س • هذه الرياح السريعة الصعود ، يمكنها اقتلاع جذور الأشجار ، وتدمير المنازل ، كما يمكنها حتى أن تلتقط السيارات وتذفها للأمام عدة مئات من الأمتار • ويمكن أن تتحرك العاصفة بسرعة ٥٠ كم في الساعة ، وعادة ما تكون مصحوبة بالبرق ، والرعد والأمطار الغزيرة الجارفة • والعواصف التورنادوية ، تعتبر من العواصف المدمرة ، خصوصا



عندما تحدث في مجموعات ، وتعصف بالبلاد بكاملها وتختلف  
ورائها آثار من الدمار •

وعندما تهب عواصف التورنادو فوق المياه ، فتعرف  
بالأعاصير المحيطية ، وفي هذه الأعاصير ينبجس عمودا من الماء  
من البحر ( أو البحيرة ) ، من قاعدة الانبجاس ، على هيئة سحابة  
رعديّة سوداء كبيرة ، يصل ارتفاعها في الفضاء نحو مئات  
الأمّاتار • ومع ذلك وبالرغم من الرأى الشائع الذى يقول بأن  
الانبجاس لا يتكون من الماء المسحوب من قاعدته - فيما عدا  
القاعدة الفعلية - ولكن من الماء الذى تكثف من الهواء  
الرطب ، المرفوع بالقرب من سطح البحر •

بالرغم من الأهمية التدميرية للتورنادو ، وعلى الرغم من  
الدراسات المتعمقة التى أجريت عنها ، فلا يزال العلماء غير  
متأكدين من كيفية تكون التورنادو • وتقول إحدى النظريات ،  
أنه عندما تكون طبقات الجو غير مستقرة ، محدثة تيارات صاعدة  
قوية • فإن الدوامات الصغيرة التى تحدث عادة بالقرب من  
سطح الأرض ، يمكن أن تتضخم ، وتبدأ فى النمو بصورة  
قوية عندما تتسع مساحتها • والغريب فى ذلك ، أنه فى مركز  
التورنادو ، يحتمل أن يتحرك الهواء لأسفل ، والذى يسبب  
وجود بقايا صغيرة جدا أو غبار فى مركز التورنادو •

وتوجد ظواهر طبيعية قليلة ، يمكن مقارنتها بالقوة  
التدميرية الصرفة للتورنادو • ففي احدى الحالات ، دمرت  
مدرسة بها ٨٥ تلميذا ، وحمل التلاميذ مسافة ١٣٧ مترا ، قبل  
أن يعودوا بسلام الى الأرض • وفي واقعة أخرى ، ارتفعت  
خمس عربات من قطار ، تزن الواحدة منها سبعين طنا ، من مسار  
القطار ، وبلغ ارتفاع احداها في الهواء ٢٤ مترا • في  
عام ١٩٦٥ ، قتل ٣٧١ شخصا ، وجرح ما يزيد على ٣٠٠٠ شخص ،  
عندما بدأت تهب سلسلة من عواصف التورنادو في أنحاء ولايات  
أيوا ، ووسنكسون وإلينوى وأيديانا وميتشجان وأوهايو  
بالولايات المتحدة الأمريكية •

## أى أنواع السحب التى يمكنها أن تحدث أعصارا ؟

كل منا يفكر فى السحب بطريقة الخاصة • فرجل الأرصاد الجوية يرى فى السحب وسيلة للتنبؤ بالطقس • والفنان يرسمها فى لوحاته بجميع أشكالها البديعة المختلفة • ويرى الشاعر فيها القلاع والأشكال الخيالية الغريبة • ونحن نلومها جميعا لأنها تحجب عنا أشعة الشمس أيام عطلاتنا الصيفية ، أو عند انهزام المطر أثناء حفلات العرس •

فالسحب تعنى أشياء عديدة لكثير من الناس • ولكن ما هى السحب ؟

هى عبارة عن كتل من بخار الماء البارد ، التى تطفو فى الجو • يحمل الهواء بعض من بخار الماء • ( رطوبة الهواء ، هى مقياس لكمية بخار الماء به ) • وعندما تسخن الشمس سطح الأرض ، ترتفع درجة حرارة الهواء الملاصق لها • ويتصاعد الهواء الدافئ الرطب ، يتمدد ويبرد • لا يستطيع الهواء البارد

أن يحمل كثيرا من بخار الماء مثل الهواء الدافئ ، وبعد فترة وجيزة يبرد الهواء الصاعد الى درجة حرارة ، لايسطيع بعدها أن يحمل كل رطوبة •

### بلورات الماء :

يترسب بخار الماء على جزيئات دقيقة ، توجد دائما بصورة طافية في الهواء - ذرات من الغبار ، وجيوب لقاح ، وبلورات الملح • الخ • وتكون جميعها قطرات صغيرة من الماء أو بلورات الثلج ، التي تتجمع مع بعضها لتصنع سحابا • وإذا. انخفضت درجة الحرارة أكثر من ذلك ، تصبح السحب مثقلة جدا بالرطوبة ، حتى انها تسقط على هيئة مطر أو ندف من الثلج •

ونرى في يوم صاف أيضا ، سحبا من صنع البشر - ذبول الدخان التي خلفتها الطائرات المحلقة على ارتفاع عال • فهي تتكون من بلورات ثلجية • والرطوبة الحارة الخارجة من مواسير عادم الطائرة ، تتكاثف وتتجمد عند اصطدامها بالهواء العلوى البارد ، وتحدث ذبول السحب التي نراها •

### انواع السحب :

تنقسم السحب من ناحية الشكل الى قسمين رئيسيين تبعا للطريقة التي ارتفعت بها كتلة الهواء وهما :

## ١ - السحاب الركامى :

وهو السحاب الذى ينشأ عن ارتفاع الهواء بالحمل ، وكلما اشتد الحمل ، ازداد ارتفاع قمة السحاب - ويشبه السحاب الركامى تلا من الصوف أو القطن ، ويزيد نموه الرأسى عن نموه الأفقى بكثير .

## ٢ - السحاب الطبقي :

وهو السحاب الذى ينشأ عن ارتفاع الهواء ببطء مثل صعود الهواء الدافئ الرطب فوق كتلة من الهواء البارد أو الصعود الاضطرابى للهواء على سفح جبل من الجبال أو ما شابه ذلك .

وتنقسم السحب من ناحية الارتفاع الى ثلاثة أقسام رئيسية :

### ( أ ) السحب المرتفعة :

- وهى التى يبلغ ارتفاع قاعدتها أكثر من ٦٠٠٠ مترا .
- وأنواعها : السحاق ، والسحاق الطبقي والسحاق الركامى .

### ( ب ) السحب المتوسطة :

- وهى التى يبلغ ارتفاع قاعدتها أكثر من ٢٠٠٠ مترا .
- وأنواعها : السحاب الطبقي المتوسط والركام المتوسط .

### ( ج ) السحب المنخفضة :

وهي التي يكون ارتفاع قاعدتها أقل من ٢٠٠٠ مترا .  
 وأنواعها : ركام الطقس الحسن ، السحاب الطبقي ، والركام  
 المزني والسحاب الطبقي المزني . وتفصيلها كما يلي :

تتجمع السحب في مراتب حسب ارتفاعها عن سطح الأرض،  
 فالسحب العالية جدا ، هي السحب السمحاقية ، تقع على ارتفاع  
 ما بين ٦ - ٨ كيلو مترات فوق سطح الأرض . السحاق  
 (Cirrus) هو سحاب عالي يتكون من بلورات ثلجية ويكون  
 عادة ناصع البياض . ويشبه شكله علامة صح أو شكل خصلة  
 من الشعر - ويوجد في أجزاء متفرقة منفردة ويسهل جدا تمييزه  
 والتعرف عليه . ويندر أن توجد سحبا أعلى من ارتفاع  
 ١٠٠٠٠ مترا ، وهو السبب الذي يجعل طائرات الشحى التي  
 تطير لمسافات طويلة ، تطير على ارتفاع أكبر من هذا .

تغطي السحب السمحاقية أحيانا جزءا كبيرا من السماء  
 بطبقة ضبابية ، تجعل الشمس تبدو شاحبة . ويسمى هذا  
 التكوين من السحب بالسحاق الطبقي (Cirrostratus)  
 وهو عبارة عن غلالة شفافة بيضاء يبدو خلالها قرص الشمس  
 أو القمر بوضوح تام وفي كثير من الأحيان تظهر هالة كبيرة في  
 السماء تحيط بقرص الشمس أو القمر وتميز هذا النوع من  
 السحاب ، وعلامة على المطر خلال أيام قليلة .

سواء « أسكرية » ، كتل صغيرة مستديرة من السحب في شكل متموج خفيف ، هي السحب الركامي (Cirrocumulus) ، وهو عبارة عن طبقة رقيقة من السحب تتكون من كتل صغيرة متراسة بنظام تام وتشبه الآثار التي تتركها الأمواج على ومال الشاطئ . والسموات الأسكرية غالبا ما يتبعها رياح قوية . وكل هذه السحب تتكون من بلورات الثلج .

### السحب المنخفضة :

في المستويات الأدنى ، تتكون السحب من قطرات الماء . وتلك السحب الموجودة على ارتفاع ما بين ٢٠٠٠ و ٦٠٠٠ مترا تسمى بالسحب الطبقي المتوسط والركامي المتوسط . وتكون السحب الطبقة المتوسطة طبقات رمادية رقيقة عبر السماء ، ونشرق الشمس أحيانا بضوء شاحب . هذه السحب غالبا ما تحدث السماء « المائية » التي ترى قبل المطر . أما السحب الركامية المتوسطة فهي تفحات شبه مستديرة من السحب تطفو عبر السماء في مجموعات غالبا ما تندمج ببعضها .

وتسمى السحب المنخفضة بالطباقية ، والمزنية ، والركامية الطباقية ، فالسحب الطباقية نادرا ما يزيد ارتفاعها على ٣٠٠ مترا . وهي عادة طبقة رمادية غير متكسرة ، تشبه الضباب . أما السحب

العليا والسميكة والمظلمة هي سحب المزن ، وهي غالبا مغيمة مصحوبة بسقوط المطر أو الثلج . والسحب الركامية المتوسطة ، هي طبقة رمادية مشوبة بالبياض من السحب المنخفضة ، تتكون من كتل مستديرة ، غالبا ما تندمج ببعضها .

### السحب الركامية والركامية المزنية :

قد تصل الى ارتفاعات شاهقة على الرغم من أن قواعدها تكون قريبة من سطح الأرض . السحب الركامية ، هي سحب متكونة في شكل أكوام ، وتظهر لامعة بيضاء عندما يقدحها ضوء الشمس . وغالبا ما تطفو لمتكاسلة عبر السماء . ولكنها سرعان ما تتحول الى سحب من أروع السحب جميعا ، وهي الركام المزبن . وهي السحب الرعدية الكثيفة . ويكون جزؤها العلوى عادة مسطحا بشكل يشبه السندان ، وقد يصل ارتفاعها الى ٦٠٠٠ مترا ، وتكون قاعدتها على ارتفاع عدة مئات من الأمتار فوق سطح الأرض . في المناطق الاستوائية ، فقد يصل سمك السحب الركامية المزنية من ١٢ الى ١٤ كيلو مترا من قمتها لقاعها . ويتجنب ربابنة الطائرات هذه السحب مهما كانت الظروف بسبب الرياح العنيفة التي تختوى عليها . وفي الحالات النادرة يمكن أن تحدث السحب الركامية المزنية أعصارا مبيتا .



## الرعد والبرق :

تنشأ العواصف الرعدية نتيجة تكون شحنات كهربية معاكسة في أجزاء مختلفة من سحابة ركامية مزية طويلة . وعندما تصبح هذه الشحنات عظيمة جدا ، تحدث شرارة برق ، ويحدث الرعد نتيجة الحرارة المفاجئة للهواء بواسطة البرق . هذه الحرارة المفاجئة تجعل الهواء يتمدد بصوت انفجاري ، وتسمى ضوضاء الانفجار وارتداداتها بالرعد .

ونحن نرى البرق بمجرد حدوث الوميض ، ولكننا نسمع الرعد متأخرا بسبب السرعة البطيئة للصوت . والفترة ما بين رؤية البرق وسماع الرعد ، يمكن أن تستخدم في تقدير مسافة الوميض ، التي تقدر بثلاث ثوان للكيلو متر الواحد .

وتحدث في المتوسط ٤٥٠٠٠ عاصفة رعدية كل يوم في بعض الأماكن من العالم . وتعتبر من بين أعظم الحوادث الطبيعية القوية والمدمرة . وقد قدر أنه يوجد ٥٠٠٠ أمير من الكهرباء في ووميض البرق . وفي جزء من الثانية ، يمكن أن ينتقل الوميض من ارتفاع ثلاثة كيلو مترات الى الأرض ، أو قد يومض بين السحب التي تبعد عن بعضها بنحو ١٦ كيلو مترا .

ولكن لا تقلق . فإن فرصتك في أن تصطدم بالبرق فرصة نادرة بالفعل . وفي بريطانيا ، يقتل حوالى عشرة أفراد من البرق

كل عام . وقد سجلت بعض من حالات النجاة الغريبة . ومن بين الحوادث الغريبة ، أن رجلا كان يحمل ساعة جيب ذهبية ، انصهرت تماما من حرارة الوميض ، في حين أنه هو نفسه لم يصب بأذى .

### التنبؤ بطقس الغد من السحب :

فربما لا يكونوا دائما على حق - في غالب الأحوال يستطيع رجال الأرصاد التنبؤ بأحوال الطقس بدقة معقولة الى حد ما . وهم قادرين على هذا ، لأن الطقس عادة ما يتبع أنماط يمكن تنبؤها . وربما تكون السحب هي أكثر الحقائق فائدة لرجال الأرصاد .

في المناطق المعتدلة المناخ ( الدول ذات خطوط العرض الوسطى - التي تشمل بريطانيا ، وأوروبا ومعظم أمريكا الشمالية ) ، غالبا ما يصيب المطر منخفضا جويا . وهي منطقة ذات ضغط جوي منخفض التي تنتقل حوله الرياح عكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي ، وفي اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي .

وتميل المنخفضات للحدوث على وجه الخصوص ، عندما تقابل حزمة متحركة من الهواء الدافئ من المناطق المدارية ، هواء قطبيا باردا . ولما كان الغلاف الجوي في حالة دوران

دائم ( حيث تدور الأرض تحته حول نفسها ) ، وتكون النتيجة دوامة ضخمة ، ذات هواء بارد ينساب للخلف وأمامها حزمة من الهواء الأدفأ . والطقس الذي نواجهه حينئذ « جبهة » دافئة ، يليها « جبهة » باردة .

والمنخفضات يبلغ طولها ما بين ٨٠٠ و ٤٠٠٠ كيلو مترا وتأخذ حوالى من يومين لخمسة أيام لكى تمر . ولما كان الهواء البارد أثقل من الهواء الدافئ ، فيرتفع الهواء الدافئ فوق الهواء البارد . وأثناء ارتفاعه تتكون السحب ، ويحدث المطر . ويصاحب بعض أنواع السحب مراحل معينة من المنخفض لذلك يمكنك أن تتنبأ بما سيكون عليه الطقس في اليوم التالى أو نحو ذلك .

والسحب الأولى لمنخفض ما ، هى السحب السخاقيّة العالية ، بعد ذلك فى غضون أربع أو خمس ساعات ، عندما ينخفض الضغط الجوى ، يتبعها سمحاق طبقي ، يغطى السماء كلها . أخيراً يندمج السمحاق الطبقي بشكل غير مدرك بسحاب الزن المنخفض والقائم اللون ، وتبدأ الأمطار فى الهطول . وتشتد الرياح وسرعان ما تهطل الأمطار بغزارة .

هذا هو مركز العاصفة . لكن بعد عدة ساعات ، يتوقف الضغط عن الهبوط . ويتوقف هطول المطر . وتتضاءل سحب الزن لتكشف عن سحاب طبقي مهلهل كثير الرذاذ .

وعندما يمر المنخفض ، يبدأ الضغط في الارتفاع • تشتد الرياح ، ويكون هناك غالباً ، تفجر قصير وحاد من الأمطار الغزيرة ، عندما تنتهى السحب المطيرة • ويوجد قليل من السحاب السحاقى وبعد ذلك تصفو السماء •

السحب الوحيدة الآن هى السحب الركامية ، سحب الطقس الصحو ذات الزغب البيضاء • فى حين أن بعضها قد ينمو الى سحب رعذية من الركام المزين الكبير ، الذى ياتى برخات المطر الشديدة •

وخلال ذلك الوقت ، يرتفع الضغط وتهدأ حدة الرياح • وفى نهاية الأمر تخف جميع السحب حتى السحب الركامية • ان نظام العاصفة جميعه الآن قد انتهى - حتى المرة القادمة !

## ما هى الرياح التجارية ؟

فى كل انحاء العالم ، كان الانسان يعتمد على قوة الرياح فى احدى فترات الزمن . فمثلما تشكل الرياح مظهر الكشبان الرملية فى الصحراء ، فقد ساعدت ايضا فى تشكيل حياتنا فى اى مكان نعيش فيه فوق سطح الأرض .

وهناك مثال ملفت للنظر هو هولندا ، التى تقع فى شمال أوروبا . ففي الماضى ، كانت تستخدم الرياح فى ادارة أشعة ما يزيد على عشر آلاف طاحونة هوائية فى أنحاء البلاد . وساعدت هذه الطواحين المزارعين فى طحن الحبوب ، وقطع الأخشاب ، والأهم من ذلك جميعا ساعدتهم على نزع مياه البحر ، حتى يمكن استصلاح الأراضى . وعلاوة على ذلك ، كان يستخدم البحارة الهولنديون المهرة الرياح فى تسيير مراكبهم الى مناطق عديدة من العالم ، تحمل بضائعهم للتجار بها ، أو تقل الناس الراغبون فى السفر الى مناطق أخرى غير أوطانهم . وطوال عدة قرون ، أساء الناس فهم الرياح أو خافوا منها فى مناطق متفرقة من العالم . فقد لاحظ الرومان القدماء وجود

أنباط من الرياح في فصل الربيع ، عندما كانت تضطر مراكبهم المحملة بالحبوب من مصر الى عبور البحر المتوسط في فترة وجيزة ، حتى لا تتعفن الحبوب .

ومع ذلك ، فالرياح التجارية الشهيرة لشمال الاطلنطي ( تجارية كلمة قديمة وتعنى هنا « في جميع الاتجاهات » ) ، أخافت البحارة الذين كانوا يبحرون مع كريستوفر كولمبوس ( ١٤٥١ - ١٥٠٦ م ) الملاح الايطالى الذى اكتشف أمريكا عام ١٤٩٢ ، دون أن يدري أنه اكتشفها . فقد كانت تهب الرياح بلا توقف تجاه الغرب من شمال أفريقيا ، وراح كولمبوس وبحارته يتسائلون ، كيف يمكنهم العودة الى أوطانهم . واكتشفوا أخيرا أنه في البعيد ناحية الشمال ، تهب رياح غربية في الاتجاه المعاكس من الساحل الشرقى لأمريكا .

الملاح البرتغالى العظيم ، فرديناند ماجلان ( ١٤٨٠ - ١٥٢١ م ) الذى يعتبر أول من قام برحلة بحرية حول العالم ، والذى قتل أثناء محاولته إيجاد طريق بحرى نحو الغرب الى جزر الهند من أسبانيا ، قوبل أيضا بمجموعة من الرياح حيرته . فعندما رحل في اتجاه الغرب في عام ١٥١٩ ، قابل الرياح التجارية عبر الاطلنطي . بعد ذلك أثناء مروره بكتاب هورن ، أقصى الطرف الجنوبى من قارة أمريكا الجنوبية ، اصطدم بالأربعينيات

الزنجرة القوية ، قبل الابحار في الرياح التجارية الخفيفة  
في محيط جديد قد أسماه بالمحيط الهادى ( الباسيفيكي ) •

ولم يكن قبل القرن الأخير ، عندما بدأ الهيدروجرافى  
الأمريكى ماثيو فويتاين مورى ( العالم الذى يقوم بمسح وعمل  
خرائط للبحر ) فى دراسة وعمل خرائط لأنماط الرياح لجميع  
أصحاء العالم •

وقد قام بهذه الدراسة من خلال فحصه لآلاف من سجلات  
السفن ، ولاحظ ظهور رياح مختلفة فى مواضع معينة فى  
المحيطات فى تواريخ معينة • واستطاع حينئذ أن يوضح كيف  
يمكن أن تستخدم المراكب أنماط الرياح ، لايجاد ممر سريع بين  
ميناءين بحريين •

وقد عرفنا منذ زمن طويل أن الرياح هى حركة الهواء  
الأفقية فوق سطح الأرض من مكان لآخر • والسبب الرئيسى  
فى هبوب الرياح هو اختلاف درجة الحرارة الذى ينتج عنه  
بالتالى اختلاف الضغط ، وتهب الرياح من مناطق الضغط المرتفع  
الى مناطق الضغط المنخفض • وقد كانت الرياح تسمى بالاتجاه  
الذى تهب منه ، ولذلك فالرياح التى تهب من الشمال ، تسمى  
رياح شمالية • ولكن حتى وقت قريب ، كان الانسان فى حيرة  
لمعرفة القوى المسببة للرياح •

## عوامل الرياح :

نحن نعرف اليوم أن هناك عاملان مهمان يحدثان ويحركان الرياح ، العامل الأول دورة الأرض نفسها التى تسحب كتلة الهواء معها • والعامل الثانى ، هو التبادل الدائم بين الهواء الدافئ للمدارين والهواء البارد للقلنسوات المدرية القطبية • ويشترك هذان العاملان مع بعضهما ليعطيا لنا أنماط منتظمة من الرياح ، تمتد لما يزيد لآلاف الكيلو مترات فوق سطح الأرض •

وما تزال تلعب الرياح فى عديد من المناطق ، دورا مهما كبيرا فى حياة الشعوب • ولنأخذ مثلا الرياح الموسمية (monsoons) فى آسيا • فى الصيف تسخن كتلة اليابسة فى وسط آسيا ، ويرتفع الهواء الدافئ ، مكونا منطقة ذات ضغط منخفض • والرياح التى عبرت البحر ، تلتقط الرطوبة وتندفع بها لتملأ هذه المنطقة ، وتسقط الرطوبة مثل مطر الرياح الموسمية فى الهند ، واليابان ومعظم مناطق جنوب آسيا • ويعتمد المزارع الذى يزرع محاصيله فى هذه المناطق فى كل ربيع ، اعتمادا كليا على الموسم المطر ، حيث يمكن أن تنمو محاصيله ويستخدم مياه المطر من أجل الشرب •

## الرياح المحلية فى أوروبا وشمال أفريقيا :

الظروف المحلية الخاصة مثل المناطق الصحراوية والجبلية ،



تسبب رياحا اقليمية تؤثر على هذه المناطق • ويمكن أن يكون لهذه الرياح خصائص مختلفة ، فالرياح الشرقية (sirocco) هي رياح دافئة تأتي من الصحراء الكبرى ، وتصبح رطبة عند مرورها فوق البحر المتوسط ، ورياح البورا والمسترال ، هي رياح باردة بغیضة تدمر المحاصيل المهمة ، رياح الفون ، هي رياح جبلية دافئة ، في حين أن رياح (Helm) هي رياح باردة جافة ، تصاحبها سحباً ثقيلة • يمكن أن تكرر هذه الظروف في مناطق أخرى من العالم ، في حين الرياح لها أسماءها الخاصة بطبيعة الحال •

وتعمل التلال والجبال أيضا على أحداث الرياح ، وقد أعطيت لبعض منها أسماء خاصة • فالهواء الدافئ فوق الجبال التي تبرّد أثناء الليل ، يميل الى الهبوط نحو المناطق المنخفضة ، ومثال على ذلك ، رياح المسترال ، التي تمس وادي الرون في فرنسا ، أثناء هبوبها تجاه البحر المتوسط ( ریح شمالية عنيفة باردة جافة تهب على المقاطعات الفرنسية الواقعة على البحر المتوسط ) •

الرياح الشرقية ( رياح جافة مثقلة بالغبار تهب من شمالي أفريقيا عبر المتوسط وأوروبا الجنوبية ) ، لها تأثير آخر • هذه الرياح ، رياحا دافئة تتكون فوق منطقة الصحراء الكبرى في شمال أفريقيا ، ثم تهبط في اتجاه الشمال نحو البحر المتوسط •

وتحمل معها الرطوبة في طريقها لعصف إيطاليا ، واسبانيا وفرنسا  
وتأتى بأمطار دافئة .

وفي حقيقة الأمر ، تعتبر الرياح الشرقية مثلاً لنوع من  
الرياح يعرف بـ الفوة ( وهي ريح حارة جافة تهب من جانب  
شمال جبال الألب ) . وهي تبدأ كهواء رطباً فوق البحر  
المتوسط ، لكنها تلقى بالرطوبة على هيئة مطر عندما ترتفع فوق  
جبال الألب . ويعمل تأثيرها الدافئ غالباً على إذابة الجليد في  
المنحدرات الشمالية . وتشاهد رياحا من أنواع الفوة في أجزاء  
عديدة من العالم .

ربما تكون أكثر الرياح الجبلية اثارة ، هي الرياح  
الشيونكية ، وهي رياح جافة حارة تهب أحيانا هابطة على  
المنحدرات الشرقية من جبال روكي في المنطقة المجاورة للحدود  
الكندية وفي المنحدرات الغربية تسقط الثلوج والأمطار ، التي  
تظهر في المنحدرات الشرقية في صورة رياح جافة حارة . وقد  
سميت نسبة إلى قبيلة الشيونكية من الهنود الحمر ، الذين أشاروا  
إليها بأنها « آكلة الثلج » ، ويمكن أن تسبب تغيرات كبيرة في  
درجة الحرارة - ففي واحد فبراير ، في إقليم البرتا الكندي ،  
ترتفع درجة الحرارة من - ٦ درجات مئوية إلى ٢٥ درجة  
مئوية !

ويمكن أن تتسبب الصحارى الجافة في اثاره الرياح •  
ففى ايران ، يمكن أن تحمل الرياح عواصف رملية ضخمة معها ،  
لدرجة تصبح معها القرى جميعها ، مدفونة تماما • ويمكن لرياح  
أخرى أن تجفف المزروعات وتؤدى الى اشعال الحرائق فى  
الشجيرات •

لكننا نرى أيضا تأثيرات مفيدة للرياح ، ويحاول العلماء  
فى الوقت الحالى اجراء التجارب ، على امكانية استخدام  
الرياح فى الطواحين الهوائية الحديثة ، فى مشروع للطاقة البديلة  
لذا ، فعلى الرغم من أن صور الأقمار الصناعية تخبرنا بالكثير  
عن الدور التى تلعبه الرياح فى الطقس ، فيمكن أيضا أن  
يكون هذا المصدر القديم للطاقة ، عوناً كبيراً للإنسان مرة  
أخرى ، عندما تتناقص موارد الوقود الطبيعى •



## لماذا يحدث كسوف الشمس • • وكسوف القمر ؟

هناك شيئا مخيفا جدا من الاظلام الذى يحدث اثناء النهار •  
فالارض تعتمد بدرجة كبيرة على الشمس واهبة الحياة ، حتى  
ان فقدانها بصورة او باخرى ، يعد اسوا كارثة يمكن أن يتغلغلها  
البشر - اسوا ، اسوا بكثير جدا من اندلاع حرب نووية شاملة •

ومع ذلك ، ففى كل عام أو نحو ذلك ، تختفى الشمس  
تماما بشكل طبيعى ، من مكان ما من بقاع العالم • وتحدث  
هذه الظاهرة عندما يمر القمر بين الأرض والشمس ويحجبها  
عن الظهور • ويسمى مثل هذا الحدث « بكسوف الشمس » •

وعندما فهمنا هذه الأيام ماذا يحدث ، لم يعد يشكل  
كسوف الشمس أو خسوف القمر مخاوف كبيرة بالنسبة لنا •  
فى حين كان الناس فى الماضى يخشون تماما من حدوث هذه  
الظواهر • وقد رصدت هاتين الظاهرتين لأول مرة بصورة  
تامة فى عام ٧٤٧ ق م • فى بابل ، ومناطق أخرى من العالم

القديم ، كان حدوث كسوف الشمس وخسوف القمر ، من الظواهر التى تنذر بقدوم الكوارث . وتقول الأسطورة الصينية القديمة ، أن الامبراطور ياو عين اثنين من موظفيه لمنع حدوث هاتين الظاهرتين ، وكان يعاقبهما ، أشد العقاب عندما كانا يفشلا فى ذلك .

### عبدة الشمس :

كان شعب الانكا فى بيرو القديمة ، من الشعوب التى تعبد الشمس ، وكانوا يعتقدون أن كسوف الشمس أو خسوف القمر كارثة : فقد كانوا يعتقدون أن أسدا ممسوخ الهيئة أو حية تحاول ابتلاع الشمس واهبة الحياة بطريقة سريعة . وعندما كان يحدث كسوف للشمس ، كانوا يحدثوا ضجيجا يصم الآذان - بدءوا بالصراخ والصياح وتنفخ النيران ومحارات الأصداف ، ووصل بهم الأمر الى أنهم كانوا يقتلون الكلاب لجعلها تعوى - حتى يبعدوا هذا الوحش الذى يتلع الشمس .

ويبدو مثل هذا السلوك الخرافى اليوم عملا بدائيا وغبيا . وبرغم ذلك ، فإن مشاهدة الكسوف والخسوف تسترعى انتباه الناس فى كل مكان . وتعتبر تجربة الكسوف تجربة مخيفة . فالأرض تتحول من ضوء النهار الى الظلمة فى لحظة . ولا يظهر

مكان الشمس اللامعة المشرقة ، سوى قرص أسود - القمر المتداخل - مع دائرة متلاؤه من الضوء الأبيض اللؤلئى حولها .  
هذه الدائرة هى حالة الشمس .

ويبدو من الأشياء الغربية جدا ، ان جرما سماويا صغيرا جدا مثل قمر الأرض ( الذى يبلغ قطره ٣٤٧٣ كم ) ، يمكن أن يحجب تماما نجما ضخما هائلا مثل الشمس ( يبلغ قطر الشمس ما يزيد على ١٣٩٢٠٠٠ كم ) . فالسبب فى ذلك ، يرجع الى المسافة الكبيرة بين الأرض والشمس ( ١٥٠ مليون كم ) ، والى حقيقة أنه كلما كان الجرم السماوى بعيدا جدا ، بدا صغيرا .

### الكسوف الكلى :

لذا ، فعلى الرغم من أن قطر الشمس يزيد قليلا عن ٤٠٠ مرة قدر قطر القمر ، الا أنه يظهر مشابها له فى الحجم ، لأن بعد الشمس عن الأرض ما بين ٣٦٧ و ٤١٧ مرة بعد القمر عن الأرض . وهذا الرقم ليس ثابتا ، لأن مدار الأرض حول الشمس ومدار القمر حول الأرض ، ليسا مداران منتظمان تماما ( مدار بضاوى ) . وعندما يكون القمر فى أقرب مواضعه من الأرض ، يبدو وكأنه بالفعل أكبر قليلا من قرص الشمس ، وفى تلك الحالة يمكن أن يحجب الشمس تماما وبدأ يحدث الكسوف الكلى .

ان ما يراه الراصدون بدقة أثناء الكسوف ، يعتمد على موقع الرصد الذى يرصدون منه من فوق سطح الأرض . ولا يظهر الكسوف كامل الا فى الأماكن التى تقع على خط مباشر بين الشمس والقمر . وهنا ، ظل القمر ، الجزء المظلم تماما من ظله ، يلمس الأرض ، ويخلق منطقة محدودة يبلغ اتساعها حوالى ٢٤١ كم ، تبدو فيها الشمس مختبئة تماما .

### الكسوف الجزئى :

فى أى مكان آخر ، يكون الكسوف جزئيا ، حيث تبدو حافة واحدة من الشمس مختفية والحافة الأخرى ظاهرة . فى هذه المنطقة ، التى يبلغ اتساعها حوالى ٦٤٣٧ كم ، فإن شبه ظل القمر ، الجزء الأخف من ظله ، يسقط على الأرض . وشبه الظل ، يعتبر أخف لأنه يحتوى على ضوء الشمس ، بينما الظل ، لا يحتوى على أى ضوء من الشمس .

وبطبيعة الحال ، فالتأثيرات لا تبدو مثيرة تقريبا أو مؤثرة ، عندما يكون القمر نفسه فى حالة خسوف . ويحدث هذا عندما يتحرك القمر خلال ظل الأرض . وفى ذلك الوقت ، يختفى القمر تقريبا ، ويترك فقط خطوط واهنة . وحيث لا يصله ضوء الشمس ، فنحن نراه فقط من خلال ضوء الأرض المنعكس الضعيف .



الأقمار الأربعة أو توابع المشتري ، أكبر كواكب المجموعة الشمسية ، تحدث لها الخسوف بنفس الطريقة ، من خلال المرور بظل المشتري . وعندما يرصدوا من الأرض ، يختفي كل تابع وراء المشتري ولا يظهر مرة أخرى الى أن يظهر من الجانب الآخر : بعد ذلك يظهر التابع كبقعة مظلمة صغيرة ، تتحرك عبر وجه المشتري .

### مساعدة الفلك :

كل هذا يجعل فترة الكسوف ذات أهمية خاصة بالنسبة للفلكيين ، حيث يمكنهم هذا الحدث من إجراء أرصادا معينة . حيث تمكن فترات الكسوف من دراسة الأجزاء الخارجية من الشمس وكروموسفيره ( الغلاف اللوني - الطبقة الغازية فوق الغلاف الضوئي للشمس ) . ويمكن إجراء دراسات أيضا على الاكليل ( هالة غازية حول الشمس بدءا من الكروموسفير متضائلة نحو الفضاء ) ، وفي الحقيقة ، فإثناء الكسوف الذي حدث عام ١٩٦٨ ، وجد أن الاكليل يحتوى على غاز الهيليوم . وتمكن فترات الكسوف أيضا من تصوير النجوم . والبعض منها القريب من الشمس لا يمكن تصويرها بنجاح الا أثناء هذه الفترات .

منذ عام ١٩٣١ ، عندما استخدم الفلكي الفرنسي برنارد لايت (Berrard Lyot) اختراعه لأول مرة ، الكرونوجراف

(مرسام الاكليل - مقراب كاسر لمراقبة اكليل الشمس ) ، أصبح من الممكن دراسة اكليل الشمس في أوقات غير وقت الكسوف . ومع ذلك ، فلاجراء الأرصاد الأخرى ، يجب أن يكون القمر موجودا فيها نخلق حائل على الشمس كما هو الحال بالنسبة للكسوف . والا ، فان الشمس الشديدة اللمعان ، وسطوعها العظيم جدا في السماء لا يمكن من اجراء الرصد .

لذا ففي حين كان الأسلاف يخشون من ظلمة الكسوف ، يحاول الناس في هذه الأيام ترقب تلك الدقائق القليلة من الظلمة في سماء النهار .

## لماذا يعلو ويهبط البحر ؟

في صباح احد ايام شتاء عام ١٩٥٣ ، استيقظ سكان هولندا على مشاهد دمار . فقد أصبحت مناطق شاسعة من الريف الهولندي الرائع الجمال جميعها تحت الماء . وبانت الحقول الفسيحة الممتدة ، التي تنمو فوقها الملايين من ازهار الربيع الجميلة مهجورة تماما - بسبب الرياح العاصفة القوية والمد الربيعي غير المتوقع ، الذي رفع منسوب بحر الشمال ( مساحته ٢٢٠٠٠٠ ميل مربع ، ومتوسط عمقه بالأقدام ٣٠٨ ) ، ثلاثة أمتار عن منسوبه المعتاد . فقد وصلت هناك قوة البحر ومداه الدوار الى أسوأ حالاته .

ومع ذلك ، فإن للمد والجزر ( ارتفاع ماء البحر « مدا » وانخفاضه في الجهة المقابلة « جزرا » بفعل جذب القمر والشمس ) فوائده أيضا . فهو يعمل كالساعة بالنسبة للصيادين حول العالم ، الذين يحتاجون للماء العالي للمغادرة ودخول الميناء . وتعتمد الموانئ البحرية الكبيرة على ارتفاع وانخفاض الماء لتصريف قنوات الشحن الرئيسية ، وجعلها عميقة بقدر كاف للسفن الكبيرة من أجل دخولها وخروجها . وهم يحتاجونه أيضا من أجل التقاط نفايات المواد العائمة بالقرب من خط

الساحل ، وتقلها الى المياه العميقة حيث تفوص الى قاع البحر  
دون أن تسبب ضرر •

تتقدم البحار وتتهقر مرتان فى اليوم نحو سواحل المحيط،  
تاركة خطأ رفيعا من حطام سفينة أو حمولتها الطافية على الماء  
عند المد العالى ، وخط من الأعشاب البحرية الغنية الخضراء  
عند الجزر •

يوم للداخل ويوم للخارج ، هكذا يستمر العلو والهبوط،  
وبالرغم من أنها عملية متوقعة الا أنها غامضة فى نفس الوقت.  
ففى احدى فترات اليوم يكون البحر منحسرا ، منحسرا جدا ،  
حيث يترك مساحة شائعة مكشوفة من الشاطئ • ولكن عندما  
نعود الى نفس المشهد بعد ساعات قليلة ، سنجد أن الماء قد  
غمر الأقدام فى موجة المد •

**ما الذى يؤدى الى هذه الحركة المستمرة ؟**

ان الاجابة تكمن فى تأثير قوة جاذبية القمر والشمس على  
الأرض •

فعلى الرغم من أن هذه القوى تؤثر على كل شئ فى العالم،  
الا أن تأثيرها لا يمكن ملاحظته على الأجسام الصلبة • ولما  
كانت مياه المحيطات حرة الحركة ، فهى تتأثر بشكل ملحوظ •  
وتعرف هذه التأثيرات بعمليات المد والجزر •

والقمر كما هو معروف أصغر حجما من الشمس ، ولما كان قريبا من الأرض ، فتأثيره عليها أكبر من تأثير الشمس .  
ففى جانب الأرض الأقرب للقمر ، تنجذب مياه المحيطات ( والبحيرات الكبرى ) بفعل جاذبية القمر نحوه . وعلى ذلك يوجد بروز ( انتفاخ ) للماء - مد - مواجه القمر ، ويتحرك هذا المد حول الأرض أثناء دورة القمر حول الأرض .

ومع ذلك ، فليست الجاذبية هى القوة الوحيدة المؤثرة بين الأرض والقمر . فلو كان الأمر كذلك ، فكنا سنجد فى النهاية أن القمر والأرض قد انجذبا لبعضهما ، وتحطما بشكل مدمر . الا أن هناك قوة أخرى تعمل على جعلهما متباعدين .

تلك القوة ، هى قوة الطرد . وهى القوة التى تجعل جبلا يتأرجح نحو الخارج ، عندما تديره فوق رأسك وأنت ممسكا بأحد طرفيه ، أو القوة التى تدفعك للخارج عندما تمسك بيد صديق لك محاولا أن تلقه حولك مرات ومرات وأنت واقف فى مكانك ( لعبة شد الحبل ) . فالأرض والقمر يدوران حول بعضهما بنفس هذه الطريقة تماما - على الرغم من أنها أشبه بالدوران حول نفسك مع أخيك الصغير ، لأن حجم القمر أصغر كثيرا من حجم الأرض .

وكما نعرف ، فالقمر لا يهوى من السماء ، مرتطما بالأرض .  
لأن قوة الطرد تعادل قوة الجذب بين الأرض والقمر . ولذا

فانحصار في الماء في جانب الأرض المعاكس لوجه القمر يكون انحصارا كبيرا ، تماما مثل المد في الجانب المواجه للقمر . هذا الجزر هو الماء المنحصر بفعل قوة الطرد .

تحدث فترات الجزر ( انحصار الماء ) في مناطق الأرض المتعامدة على اتجاه القمر . وهى المناطق التى يسحب منها الماء ليكون عاليا ( مدا ) في الأجزاء المواجهة لسطح القمر .

يدور القمر حول الأرض مرة كل ٢٤ ساعة وخمسون دقيقة، ويجذب اليه المد والجزر . لذلك ، تحدث فترات المد بصفة عامة مرة كل ١٢ ساعة وخمسة وعشرون دقيقة - أو مرتان في اليوم تقريبا .

### المد والجزر الذى تسببه الشمس :

يعتبر تأثير المد والجزر الذى تحدثه الشمس ، حوالى نصف ما يحدثه القمر . ومع ذلك ، فهى تجذب اليها المحيطات بنفس الطريقة تماما . فعندما يكون جذب القمر والشمس في نفس الاتجاه ، تكون النتيجة مدا عاليا بشكل واضح - وجزرا منخفضا بشكل واضح . هذه الموجات من المد العالى والجزر المنحصر المتطرفة تسمى بالمد الأعلى أو الجزر الأعلى (spring tide) وهو المد الذى يحدث في أول الشهر القمري ومنتصفه ) ، ويبلغ طول الشهر القمري ٢٧ يوما

وثلث تقريبا ، وهى الفترة التى يقضيها القمر ليقوم بدورة كاملة حول الأرض •

وعندما يكون جذب الشمس والقمر متعامدان على بعضهما ( أى أن القمر والشمس والأرض لا يكونون خطا مستقيما ، بل زاوية قائمة ويكون القمر مركز القائمة ) ، فتكون النتيجة مد وجزر قليل غير معتاد • وتسمى هذه الفترات بالمد التريعى (neap tide) ، وهذا المد التريعى يحدث مرتان أيضا خلال الشهر القمري - فى منتصف الفترة تماما بين مدان أعلتين متعاقبين •

وإذا كان العالم فى نعومة كرة البليارد ، بلا يابسة ومغطى تماما بالبحر ، فإن المد والجزر حينئذ سيحدث بشكل منتظم ، ويكون بنفس المقدار فى كل الكوكب • لكنه فى حقيقة الأمر ، ان المد والجزر يتغير بشكل كبير من مكان لآخر • فالمحيط الأطلنطى له فترتان من المد والجزر يوميا ، فى حين أنه فى بعض جزر المحيط الباسيفيكي ( الهادى ) لها فترتان مد يوميا مع فترة جزر قصيرة جدا بينهما ، وبعد ذلك فترة جزر واحدة قوية • وفى جزيرة سانت ميشيل وفى ألاسكا ، تحدث فترة مد واحدة يوميا ، ارتفاع بطيء وهبوط كل ٢٤ ساعة •

ويكون من الصعب فى البحار الأخرى ملاحظة تأثير المد والجزر • وعندما وصل يوليوس قيصر الى بريطانيا ، كان

مندهشا لرؤية المد والجزر التي كانت تعتبر ظاهرة مألوفة .  
فالبحر المتوسط الذى تطل عليه ايطاليا ، يعتبر من الناحية  
العملية خاليا من المد والجزر .

السبب فى كل هذا التغير ، هو شكل وحجم وعمق  
المحيطات . وعلى الرغم من أن القمر والشمس تعتبران من  
القوى الرئيسية التى تسبب المد والجزر ، الا أنهما بمجرد أن  
يتحركا ، يندلق الماء هنا وهناك فى البحار بطريقة مشابهة تماما  
للماء الموجود فى حوض استحمام ضخم . وكل بحر أو محيط  
له ذبذبة الطبيعية التى يترقق حولها الماء اذا ترك حرا —  
مثلا تتذبذب الطيلة بذبذبتها الطبيعية عندما تقرع . وعندما  
تناظر الذبذبة الطبيعية تقريبا جذب القمر ، توجد فترتان مد  
كبيرتان يوميا منتظمتان . وعندما تكون الذبذبة الطبيعية مختلفة  
فان المد والجزر يأتى فى فترات مختلفة ويعتبر بصفة عامة أصغر .

تخيل تأرجح أرجوحة ، فاذا دفعتها فى الاتجاه الذى  
تتأرجح فيه ، فان أرجحها يكون عاليا ، واذا دفعتها فى الاتجاه  
المعاكس ، فان أرجحتها تكون صغيرة . وتعمل موجات المد  
والجزر بنفس الطريقة .

تحدث تأثيرات قوية عندما تتدفق موجة مد نحو خليج  
ضيق أو مصب نهر ، عندما تأتى من بحر مفتوح . ففى خليج



فاندى ، خارج نوفاسكوشيا ، على سبيل المثال ، يصل الفرق بين المد والجزر ١٦ مترا . حيث تضطرب موجة مد أطلنطية قوية الى النور العميق من الخليج ، حيث تزداد في الارتفاع كلما ضاق الخليج . وتكون هذه الموجة قوية داخل نهر سانت جون ، لدرجة أن مياه البحر تشكل شلالا ذو وجهين ، عندما تبرز من فوق الصخور .

ويوجد مشهد منعם بالحياة ، يحدث بسبب المد ، يمكن رؤيته خارج جزر لوفوتن في النرويج . ففي هذه المنطقة تحول القنوات الموجودة بين الجزر موجات المد السريعة الحركة الى جداول دوامية عنيفة ، تسمى بالدرور الهائل أو الدوامة .

### موجات المد العنيفة المفاجئة :

وفي بريطانيا ، ربما يحدث المشهد الأكثر إثارة لتأثير المد عند مصب نهر سيفرين الذى يمر بمنتصف ويلز ويصب في قناة برستل . فهنا تلتقي موجة المد القادمة من المياه الضحلة للنهر في مساحة محصورة من مصب النهر ، لتحث موجة مد عنيفة مفاجئة - جبهة عانية من الماء شبيهة بالحائط ، تندفع عاليا نحو النهر . وتحث موجات المد العالية المفاجئة أيضا في نهر ترنت ( في بريطانيا ) ، حيث تسمى هناك بالايجرز ( ارتفاع المد بشكل مفاجيء وعنيف ) ، وفي نهر السين بفرنسا تسمى

بـ (Mascarets) بينما تسمى في نهر الأمازون

بـ (Pororocas) ♦

وأكثر التأثيرات المد اثاره - وخطورة - في كل هذه جميعا ، ليست تأثير مد بالمعنى المحدد ، على الرغم من أن اسمه يوحى بذلك . فالموجات المدية ( التى تعرف أيضا باسمها اليابانى - توسنامى - هى فى حقيقة الأمر ، تحدث نتيجة الزلازل تحت البحر (seauakes) أو أعاصير عنيفة فى أعماق البحر .

ومن المتوقع أن تستخدم فى المستقبل حركات المد والجزر فى حل مشاكل نقص الطاقة التى يواجهها العالم . فاستخدام قوى البحر ليست بالأمر السهل ، لكنه فى مواقع معينة ، يمكن احتجاز حركات المد خلف السدود ، واستخدام المياه بعد ذلك فى تشغيل التوربينات لتوليد الكهرباء . يقول المثل القديم : « الزمن والمد لا ينتظران الانسان » ، لكن ربما يأتى اليوم الذى يستطيع فيه الانسان أن يتعلم كيف يستفيد من قوى المد ، تلك الطاقة الوفيرة غير المتوقعة ، التى تتراكم كل يوم أمام شواطئ العالم .

## هل تغير الرياح شكل الصخور ؟

أبو الهول العظيم الذى يقف شامخا فى صمت بين الصحارى المصرية ، يبدو اليوم تمثالا مختلفا عن ذلك التمثال الذى أقامه الفراعنة منذ قديم الزمان . فعندما أقامه الفراعنة لأول مرة كان يبدو أكثر الئالة وروعة عن هذه الأيام . فعلى مدى قرون عديدة بلّيت الرياح ملامحه التى كانت ذات يوم ملامح حادة .

فلم يكن التأثير السيئ الذى شوه أبو الهول ، نتيجة فعل انسان همجى ، أو تأثير كيميائى للماء أو الحمض . لقد كان العامل المسئول عن هذا التأثير السيئ هو الرياح .

**ولكن كيف يمكن لصخر صلب أن يتأثر بشيء ضعيف كالرياح ؟**

ان العملية تشبه تماما ذلك العمل الذى يقوم به صانع آلات موسيقية ماهر ، عندما ينعم ويشكل قنطرة من صنع يديه . فحبيبات الرمل التى تذرورها الرياح ، تؤثر بنفس الطريقة التى تؤثر بها الصفرة التى يستخدمها صانع الآلات الموسيقية الماهر .

فتأثير البرى بفعل الرمال الذى يستمر سنة بعد أخرى ،  
يمكن أن يخلق أشكالا رائعة ، وأنماط غير مألوفة . ففى الوادى  
الخالد فى يوتاه بالولايات المتحدة ، على سبيل المثال ، أحدث  
ملايين السنين من التعرية بالرياح ، أعمدة خارقة للطبيعة من  
الأحجار الرملية الحمراء ، التى يصل ارتفاعها الى ٣٠٠ مترا .

فالتعرية بواسطة الرياح تحدث فى كل مكان - طالما  
كانت رياح تهب . لكنها تبدو أكثر وضوحا فى المناطق  
الصحراوية الجافة . وفى أماكن أخرى ، تكون التعرية بواسطة  
الماء أكثر تأثيرا منا تحدثه الرياح ، كما تتوقع بطبيعة الحال .

فكلما كانت الرياح قوية ، كان احتمال التعرية أو البلى  
أكبر فى الحدوث ، وتعتبر المناطق الصحراوية ، ذات شهرة رديئة  
بسبب رياحها المغيرة الجافة الشديدة . وعلى سبيل المثال ،  
توجد فى أمريكا الشمالية الرياح الشمالية الباردة التى تسمى  
الهارماتان ( رياح محملة بالغبار ) ، تستطيع حجب الرؤية عن  
الريف لمئات الكيلو مترات بالغبار الخاق ، ويمكنها أن تمنع  
الطائرات من الهبوط . وكذلك الحال بالنسبة لتأثير رياح  
السيروكو ( وهى الرياح الجافة المثقلة بالغبار التى تهب من  
شمالي أفريقيا عبر المتوسط وأوروبا الجنوبية ) .

وتحدث أحيانا بعض أعمدة الهواء سريعة الدوران ، وهى  
غبار شيطاني عنيف على وجه الخصوص . ففى شمال السودان،

يفزع المسافرون غالباً عند رؤية هذه العواصف الترابية • ولكن حتى ان لم يهب هذا الغبار الشيطاني ، فالصحراء تعصف على الدوام بالرياح من أى نوع •

تحرك هذه الرياح حبيبات الرمال ( حبيبات يصل قطرها الى نصف المليمتر ) من خلال ثلاث عمليات • الأولى ، هناك الرمل الذى يحمل الى الهواء بواسطة « التعليق » ، حيث اصطلح على تسميته بذلك الاسم • وبعد ذلك تتحرك بعض الرمال على الأرض بما يسمى « بالزحف السطحي » ، وأخيراً هناك « الوثب » أو « الرقص » ( saltation ) •

واللفظة ( saltation ) ليس لها علاقة بكلمة ( salt ) بمعنى ملح • وبدلاً من ذلك ، فتعنى كلمة « الوثب » • وهذا ما يحدث بالضبط عندما تهتز حبيبات الرمل الرفيعة خلال مسارها • ويمتص الرمل في الهواء بواسطة فعل ريحا قوية ، فترتفع الحبيبات بسرعة وتصل الى سرعات عالية نسبياً — بضعة أمتار في الثانية الواحدة — قبل أن تسقط على الأرض • وتظل حبيبات الرمل الناعمة فترة طويلة محمولة في الجو ، في حين أن الحبيبات ذات القطر الأكبر تسقط بسرعة • وعندما تسقط هذه الحبيبات الى الأرض تصطدم بها وتثير بعض الحبيبات الأخرى الواقعة على الأرض ، ولذلك تصبح بدورها مدفوعة بواسطة الرياح • وعلى ذلك تنشأ حركة مستمرة

بواسطة الحبيبات التى تسقط على الأرض وتثير حبيبات أخرى للصعود للجو .

ويصبح من السهل فى المناطق الصحراوية ، التعرف على المكان الذى تأتى منه هذه الرمال . فهى تندفع من الأرض بخفة . لكن هذه هى نصف الاجابة فقط — فمن أين تأتى الرمال الموجودة على الأرض بادىء ذى بدء ؟

تأتى معظم هذه الرمال نتيجة تفتت الصخور الكبيرة . بينما تتكون الحبيبات الصغيرة أساسا من الاختلاف الشديد فى درجات الحرارة السائدة فى معظم المناطق الصحراوية . ففي أثناء النهار يكون الطقس حارا ، وفى الليل يصير الطقس شديد البرودة . وبتغير درجة الحرارة ، تحدث عمليات التمدد والانكماش للصخر على التوالى ، وبعد سنوات عدة يتشقق الصخر فى النهاية . وبواسطة تأثير الغبار المحمول جوا تنكسر الصخور بالجملة .

ومن خلال دراسة الأشكال الناتجة ، وأنماط الرياح التى تهب فى المناطق الجافة ، استطاع العلماء أن يكتشفوا أن تعرية الرياح تعمل بطريقتين . أولهما ما يسمى بالتفريغ (deflation) — رفع وحمل حبيبات الرمل — التى غالبا ما تخلف وراء مساحات كبيرة مغطاة بالزلط والحصى ، بحيث يصبح من الصعب أن نرفعها الرياح لكبر حجمها .

## سفع الرمل الطبيعي :

النوع الثانى من التعرية يسمعى بالسفع (abrasion) ويحدث بشكل طبيعى خلال المتر الأول أو نحو ذلك من سطح الأرض ، حيث ترتفع الرمال من الأرض بالوثب (saltation) ويعمل الرمل الذى تحمله الرياح ، بطريقة مشابهة لطريقة الصنفرة المستخدمة لتنظيف المباني القديمة ، فينت ما تحت الصخور ، ويأتى بأنماط وأشكال مصقولة ، تبدو وكأنها شكلت بواسطة فحات حجر عملاق .

ويتكون نتيجة هذه العمليات منظرا طبيعيا رائعا ، مثل ذلك المنظر الطبيعى الموجود فى برايس لاشونال بارك فى يوتا بالولايات المتحدة . بتمائله الغريبة المنحوتة من الأحجار الرملية والجيرية . وفى كل مكان آخر فى أمريكا ، سواء فى تكساس أو أريزونا - موطن الكاوبوى - يمكن مشاهدة تكوينات الصخور المدلاة التى شكلتها الرياح .

يحتاج الرياح لآلاف السنين حتى تستطيع أن تمرى طبقات من صخر عملاق . ومع ذلك فهى تستطيع أن تشكل المنظر بصورة سريعة جدا فى المناطق الرملية ، عن طريق هبوب الرمال فى الكثبان الرملية دائمة الحركة .

ففى هذه الصحارى ، حيث تهب الرياح عادة فى اتجاه واحد ، ولا تغطى الرمال سطح الأرض كلها ، فإن أكثر أشكال

الكثبان المألوفة هي الكثبان الهلالية أو البرشان .  
فالانحدارات الخفيفة المتموجة هي التي تواجه الرياح ،  
أما الحواف الجانبية فتكون شديدة الانحدار الذي تسقط  
أسفله الرمال بعد أن تكون قد هبت للظف بفعل الرياح .  
ومع استمرار سقوط الرمال على الحافة ، تتحرك الكثبان كلها  
للأمام . يوم هنا ، ويوم هناك . وعندما تصل هذه البرشمانات  
الى أقصاها ، يمكن أن يصل طولها الى أربعمائة مترا وارتفاعها  
ثلاثون مترا .

عندما تهب الرياح في جميع الاتجاهات في الصحراء ،  
تشكل نوعا آخر من الكثبان ، الذي يتخذ شكل موجة طويلة  
مستقيمة - كثبان السيف (self) . وتكون هذه الكثبان  
عادة محدودة الاتساع ، في حين يمكن أن يمتد عرضها بضعة  
مئات من الأمتار .

وتعتبر الكثبان الرملية من نوع السيف ، أكثر ثباتا من  
كثبان البرشان . وفي اقليم كرفدان ، يقوم المزارعون باقتلاعها  
هناك . ويمكن أن تمتد الى مساحات شاسعة ، يبلغ طوله مئات  
من الكيلو مترات وارتفاعها مائة وخمسون مترا .

والطريقة التي تكون بها الرياح كثبان السيف غير مفهومة  
تماما . هل تتكون من خلال فعل عاصفتان لوليتان تتفاعلان مع  
بعضهما في حركة متناغمة ؟ أو أنها تكونت من الرياح التي تهب



في عدة اتجاهات ، وتكون المحصلة نظاما معقدا من الرياح المتعامدة .

وبالطبع ليست الرياح هي الوحيدة التي تهب في المناطق الصحراوية . وليست هي الوحيدة الموجودة هناك التي تحمل الحبيبات المحمولة بالرياح . ففي كل مكان توجد ذرات دقيقة من الأجسام الصلبة تسبح على الدوام بفعل الرياح ، كما نعرف جميعا عندما تطرف أحد عيوننا .

وحيثما وجد الماء فالنباتات تدق جذورها في التربة ، وتعمل على تماسك حبيبات التربة ببعضها ، بحيث لا يمكنها أن تهب بعيدا ، ولا تذررها رياح التعرية .

ومع ذلك ، فأعمال الحرث غير الواعي في أراضي العشب الجافة ، يمكن أن يزيل النباتات التي تثبت التربة ، ويمكن أن تهب حبيبات التربة الى مناطق بعيدة في سهولة تامة . وهذا ما حدث في أوكلاهوما بالولايات المتحدة في فترة الثلاثينيات ، الذي نتج عنه منطقة سيئة السمعة من كثرة الجفاف والعواصف الغبارية - فتكونت صحراء في منطقة خصبة . فمن غير المألوف تماما ، تجاهل قوى تعرية الرياح .



## أين اكتشفت معظم الحفريات ؟

أمدت دراسة الصخور العلماء بقدر كبير من المعرفة عن تاريخ الأرض قبل وبعد نشأة صور الحياة المختلفة فوق سطحها وداخل بحارها •

وفي الحقيقة ، تعتبر الأرض نفسها أقدم من أقدم الصخور ، وأقدم الصخور تعتبر أقدم من صور الحياة الأولى •

ومع ذلك ، فصور الحياة بأى عدد ، بدأت منذ ستة ملايين سنة ، في عهد الحياة الأول ، الذى يعرف بالدهر الباليوزوى ، حيث اكتشفت فى صخور هذا الدهر الحفريات الأولية •

وقد وجدت كل الحفريات تقريبا فى الصخور الرسوبية • وتكون الصخر الرسوبى ( عندما لم يكن البحر يغطى الصخر ) ، من انشقاقه بفعل الرياح ، والمطر والثلج ، وحملت الرياح أو المياه بدورها الجزيئات الناتجة الى أماكن بعيدة • وعندما يتوقف تدفق نهر لآى سبب من الأسباب الطبيعية ، ترسب الجزيئات الكبيرة وتحمل الجزيئات الصغيرة مع التيار ، وعلى

مدى قرون ، تلتحم الجزينات المتشابهة الحجم ببعضها ويتكون منها الصخر الرسوبى •

ومع ذلك ، فالتغيرات التى تحدث فى الطقس أو فى منسوب المياه ، التى تكون فيها الصخر الرسوبى ، تغير من حجم ولون الجزينات • وتكون النتيجة طبقات متعددة - وهى ظاهرة غالبا ما نراها فى سفح الصخور •

وتقدم لنا الحفريات الوسيلة الوحيدة لدراسة صور الحياة الأولى ، لذا فمن الضرورى هنا أن نعطى فكرة عن ماهية الحفريات ، وكيف جاءت الى الصخر الذى اكتشفت فيه الحفيرة •

عندما كان العالم فى بداية نشأته ، كان وقتا عصيبا لكل صور الحياة • فالزلازل والعواصف الشديدة والتغيرات العنيفة فى المناخ ، كانت جميعها تقصر صور الحياة على الدوام وقد كانت تقع الكوارث فجأة • فكتل الطين والرمال وبقايا الأسماك المدفونة ، والحيوانات والحشرات والنباتات والأشجار. المزيد والمزيد من المواد بما فيها الصخور ، سرعان ما تكونت فوق مقبرة مائية رخوة • وولد تراكم المواد ضغطا ، جعل من الحطام المحيط بالأشياء المدفونة يتصلب •

## عملية الاستحجار (Fossilisation) :

فى داخل تابوت الصخر الطبيعى ، بدأت تتحلل المواد التى كانت حية فى يوم من الأيام • فذرات السيليكات الدقيقة ، تسربت داخل الفجوات المتروكة ، محولة إياها الى نسخة مطابقة من الحجر الصلب للمحار والديدان والحشرات وأوراق الشجر وحتى الحيوانات الكبيرة • ان الذى حدث هو أن عملية الاستحجار قد تمت •

ومع ذلك ، هناك عددا من الأنواع المختلفة من الحفريات • وسوف نصف البعض منها الآن •

أولا - هناك جسم الحفريّة • ويعتبر هذا شئ مثير ، حيث تبين لنا أجزاء من حيوان يختلف اختلافا طفيفا عن مثيله فى الحياة الحقيقية •

فقد يفرق الحيوان أو ينحرف نحو مصب نهر من خلال جريان الماء السريع • وعندما تأخذ المياه فى التباطؤ شيئا فشيئا ، يسقط جسم الحيوان الثقيل فى طمي القاع ، ويتراكم فوقه المزيد من الطمي الى أن يدفن تماما • ومع ذلك ، تتآكل الأجزاء الرقيقة من جسم الحيوان الى أن تبقى منه الأجزاء الصلبة

فقط ( هيكله العظمى ) • وعندما تظهر الأجزاء الصلبة تصبح  
محمية ، وعندما تحدث لها التغيرات الكيميائية تكون عملية  
الاستحجار قد تمت •

ثانيا - هناك قالب الحفرية • ذلك الجسم الذى دفن  
داخل الطين وتجمدت حوله • حيث تتدخل قطرات الماء داخل  
شقوق الصخر ، وتحلل الأشياء المدفونة ، ولا تترك وراءها  
سوى أشكالها • هذا الشكل الذى يستخدم كقالب ، يعطينا  
صورة الجسم الأصلية بتفاصيل واضحة تماما •

ثالثا - الشكل الحفرى • وهذا هو التكوين الطبيعى لآى  
حفرية متكونة من قالب الحفرية •

رابعا - هناك الشكل الداخلى • فالصدفة قد تملأ  
بالطين قبل أن تختفى • ويتصلد هذا الطين بعد ذلك ويظل  
كنسخة مطابقة سليمة للصدفة الأصلية •

### اكتشاف :

ويتم اكتشاف الحيوانات المتحجرة فى الصخر الرسوبى  
أحيانا ، عندما يبرز عن منسوب سطح الماء ، نتيجة التغير فى  
منسوب الأرض أو لحدوث تغير فى منسوب الماء •

ويتلقت الصخر بعد ذلك ، اما بواسطة الماء أو الانسان،  
أو عند حفر محجر أو انشاء طريق . وكانت أحد هذه  
الاكتشافات لحفرتى فيل منقرض ، أثناء عملية تحجير من محجر  
فى منطقة ايفرلى باسكس بجنوب شرق بريطانيا . والشئ المثير  
فى هذا الاكتشاف ، هو أن الحفريات التى اكتشفت ، كانت  
شبيهة تماما من بعضها بالرغم من أن كل منها ينتمى الى حقبة  
زمنية مختلفة . وكانت احدهما للماموث الصوفى ، من عصر  
الجليد البليستوسينى ، والأخرى لفيل من الأفيال ذات الأنياب  
المستقيمة ، من زمن أدفا كثيرا ، يرجع الى عدة مئات من  
السنوات الأخيرة .

### ثلاثيات الفصوص المنقرضة :

ومن بين الحفريات البدائية ، توجد حفريات ثلاثيات  
الفصوص . فقد كان هناك عدد من أنواع مختلفة من ثلاثيات  
الفصوص - ومن بينها المفصليّة الشبيهة برأس الفراولة ،  
والمفصليّة الشوكية والمفصليّة ذات الرأس الدولفينى .

عاشت ثلاثيات الفصوص منذ قرابة خمسمائة مليون سنة ،  
زاحفة نحو قاع البحر ، وسابحة الى السطح لتتغذى على  
الأعشاب الطافية . وكانت لأجسامها أهدودان من الرأس الى

الذيل ، لذا جعلتها تظهر في ثلاثة قطاعات • وهذا يمثل كلمة ثلاثى التى تطلق عليها ( ثلاثيات الفصوص ) •

وبما أنها مخلوقات حية ، فقد كان لها أرجل عديدة أو مجسات • وكان لها أيضا رؤوس صلبة وأجسام مدرعة • والبعض منها أيضا كانت له عيون واسعة - بالرغم من أن المفصليات التى كانت تسكن داخل الأحجار ، كانت غالبا عمياء •

والأحياء المماثلة فى الشكل للمفصليات هى السرطانات ، ولكن عندما ظهرت السرطانات لم يعد للمفصليات وجود •

ومع ذلك ، فقد تغيرت العديد من المخلوقات البحرية التى عاشت فى الماضى ، كما كشفت لنا عنها الصخور من خلال حفرياتها ، تغيرا طفيفا عن الوقت الحالى • ومن هذه المخلوقات ، قنديل البحر والديدان ونجم البحر وخيار البحر •

تعتبر الصخور ذات قيمة مهمة بالنسبة للإنسان المعاصر • فهى تبين صور الحياة التى نشأت على الأرض فى الماضى ، وتغيراتها على مدى القرون - وربما الشئ الأكثر أهمية من هؤلاء جميعا - تقدم بعض التفسيرات لما قد يحدث فى المستقبل •



العصر الحديث الأترب والعصر

الزمن الحاضر

الحديث

منذ ملايين ماضت من السنين

٣

العصر البليوسيني ( ٩ مليون )	الدهر الكيتوزوني	١٢
العصر الميوسيني ( ١٣ مليون )		٢٥
العصر الأليجوسيني ( ١٥ مليون )		٤٠
العصر الأيوسيني ( ٣٠ مليون )		٧٠
العصر الكرتاكوسى ( ٦٥ مليون )	العصر الوسيط	١٣٥
العصر الجيوراسيكي ( ٤٥ مليون )		١٨٠
العصر الترياسيكي ( ٤٥ مليون )		٢٢٥
العصر البرمائي ( ٤٥ مليون )	العصر القديم	٢٧٠
العصر الكربوني ( ٨٠ مليون )		٣٥٠
العصر الديفونياني ( ٥٠ مليون )		٤٠٠
العصر الفضى ( ٤٤ مليون )		٤٤٠
العصر الأوردفيشى ( ٦٠ مليون )		٥٠٠
العصر الكمبرى ( ١٠٠ مليون )		٦٠٠

يوضح الجدول المقياس الزمني للعصور الحياتية منذ  
٦٠٠ مليون سنة وحتى وقتنا الحالي • وكل من العصور  
فيما عدا فترة العصر الحالي ، قد قسمت الى فترات ، وتوضح  
أسماء هذه الفترات في الغالب المكان الذي اكتشف فيه الصخر  
لأول مرة - على سبيل المثال ، العصر الكمبري ، اكتشف في  
ويلز بإنجلترا •

## كم يبلغ عمر الأرض ؟

فكرة كروية الأرض ، فكرة أوحى بها لأول مرة المفكر الاغريقى فيثاغورث فى القرن السادس قبل الميلاد ، لكن تلك الفكرة لم تتحقق الا منذ سنوات قليلة عندما استطاع الانسان أن ينظر الى الأرض من الفضاء وأن يرى بنفسه كوكب الأرض الذى تلفة السحب .

وان كانت الأرض كروية — أو شبه كروية ، فهى فى الحقيقة جسم شبه كروى تقريبا ، مفلطح عند القطبين .

لكننا يجب ألا نبالغ فى هذا التفلطح . فاذا كانت الأرض فى حجم كرة قدم ، ووضعت فوق مائدة أمامك ، فلا يمكنك أن ترى أى تفلطح من أعلاها وأسفلها : فستبدو على أنها كرة سليمة . وبنفس مقياس الرسم ، فإن كتل اليابسة العالية مثل جبال الهيمالايا ، سوف لا تكون أكثر من طبقة دهان فوق كرة قدمنا : وسوف تكون أعماق الترنشات الموجودة بالمحيطات ، شروخا غير مرئية تقريبا على سطح الدهان .

ان بنية الأرض تتكون من ثلاث طبقات أساسية . الطبقة

الخارجية ، القشرة ، وهى طبقة رقيقة جدا : يتراوح سمكها ما بين ٣١ كيلو مترا تحت القارات ، الى ٥ كيلو مترات فقط أسفل المحيطات . وأسفل القارات ، تتكون قشرة الأرض من طبقتين من الصخور •

الطبقة العليا ، وتسمى بالسيال ، وتتكون من صخور مثل الجرانيت • وتستقر طبقة السيال على طبقة أكثف من الصخور مثل البازلت - السيماء • تمتد هذه الطبقة الكثيفة أسفل محيطات الأرض ، وهذا هو السبب فى أن قشرة الأرض رقيقة هناك • ويعتقد الجيولوجيون أن طبقة السيال تطفو فوق الطبقة الأكثر كثافة ، السيماء • وقد تصل درجات الحرارة فى عمق القشرة الأرضية الى ٨٧٠ درجة مئوية •

ويوجد تحت القشرة الأرضية طبقة أكثر سمكا تسمى بالدثار ( غلاف اللب الأرضى ) ، تلك الطبقة التى لن يصل إليها الإنسان أبدا ، حتى من خلال أعمال حفره العميقة جدا • وقد وصل ثقب الحفر الى عمق حوالى ثمانية كيلو مترات ، خلال أعمال البحث والتنقيب عن البترول • ويبلغ سمك طبقة الدثار ٢٨٠٠ كيلو مترا ، وتشكل حوالى ثلاث أرباع سمك الأرض • وتتكون هذه الطبقة من صخور صلبة ، عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٨٧٠ درجة مئوية بالقرب من القشرة الى ما يزيد على ٢٢٠٠ درجة مئوية عند أقصى أعماقها •

ويقع أسفل طبقة الدثار ، لب الأرض وهو كرة ضخمة ، تتكون من حديد منصهر تحت ضغط هائل - ربما يصل الى ٢٠٠ طن على البوصة المربعة • وهذا اللب المركزى ، هو مركز المجال المغناطيسى للأرض ، حيث يولد الحديد السائل بداخله كهربيته الخاصة •

ولا يعرف سوى القليل جدا عن ذلك اللب الغامض ، والطريقة الوحيدة التى يستطيع العلماء الحصول منها على معلومات عن مركز الأرض ، هى من خلال دراسة موجات الزلازل التى تنتقل عبر كوكبنا •

### طبقات الأرض :

ان تاريخ الأرض محفوظ بين الصخور تحت أقدامنا • فعلى مدى ملايين تلو ملايين من السنين ، تشكل الصخر الذى تتكون منه قشرة الأرض وأعيد تشكيله مرة أخرى • ونجم عن هذا التغير الدائم ، طبقات من الصخر تسمى بالاستراتا ( أى الطبقات ) التى غالبا ما نراها فى وجه الجروف الصخرية - عبارة عن طبقات من الصخور ذات أعمار مختلفة ، أقدمها فى قاع الصخر وأحدثها فى قمة الصخر •

تحمل طبقات الصخر العديد من الحقائق ، التى يمكن أن تعطى الجيولوجيون فكرة عن ماضى الأرض فى المنطقة التى يجرى دراستها - حقائق مثل المواد الكيميائية التى تتكون منها

الصخور في كل طبقة ، والحفريات الموجودة في الطبقات ، وسمك الطبقات نفسها • فلا توجد شريحتان من طبقة القشرة الصلبة متماثلتان تمام التماثل •

وقد اكتشف الجيولوجيون من خلال دراسة طبقات الصخر المتعاقبة ، أن الحياة قد بدأت بأشكال بسيطة رخوة ، كانت باعثة على المزيد والأكبر من النباتات والحيوانات المعقدة • في حين تمت التكوينات البسيطة للحياة في وقت متأخر تماما من تاريخ الأرض • ويعتقد العلماء أن عمر الأرض يبلغ حوالي ٤٦٠٠ مليون سنة ، وحوالي نصف ذلك الزمن قد مر قبل ظهور الحيوانات الأولى في البحار •

فخلال الثمانين مليون سنة للعصر الكربوني ، التي بدأت منذ حوالي ٣٠٠ مليون سنة ، تنجّت عروق هائلة من الفحم ، تكونت من بقايا النباتات المتعطنة والمنضغطة ، وعندما تكون الفحم ، لم تكن الديناصورات قد ظهرت فوق سطح الأرض • فلم تتطور الا في العصور الترياسية ، منذ حوالي ٢٢٥ مليون سنة ، وقد انقرضت منذ فترة طويلة جدا ، قبل أن تظهر أسلاف الإنسان الشبيهة بالقرود على وجه الأرض •

### نشأة كوكبنا :

وحتى اليوم لا يستطيع أحدا أن يجزم تماما ، كيف نشأت الأرض • فمنذ فجر التاريخ وضع الناس نظريات عن نشأة

الأرض • لكنه في ضوء المعلومات الأخيرة ، تبرهن الاحتمالات على أن الأرض قد نشأت منذ بلايين السنين من سحب غازية وغبار كوني يدوران بسرعة حول الشمس ، التي كانت في ذلك الحين نجما وليدا • ويحتمل أن تكون تأثيرات الكهربية الاستاتيكية ، وبعد ذلك الجاذبية ، ساعدت على تجميع جزيئات الغبار مع بعضها ، وبالتدريج استطاعت أن تكون جسما كبيرا هو الأرض • والحرارة التي نشأت نتيجة تكون الأرض ، كونت قشرة حول الأرض ، منذ حوالي ٣٩٠٠ مليون سنة تقريبا - وقد اعتبر هذا التاريخ ، بداية التاريخ الجيولوجي للأرض •

#### ساعة التوقيت على العالم :

إذا كثفت فترة وجود العالم الى اثني عشر ساعة على ساعة الحائط ( منه ) ، فسوف يتبين أن معظم الأحداث التي ساهمت في ظهور الوقت الحاضر ، قد حدثت في الخمسة مليون سنة الأخيرة ، أو الساعة الأخيرة في ساعة الحائط والأرقام المعطاة هي بطبيعة الحال ، أرقاما تقريبية •

١ - منذ ٤٦٠٠ مليون سنة : يعتقد العديد من العلماء ان الأرض قد نشأت منذ هذا الزمن •

٢ - منذ ٣٩٠٠ مليون سنة : تكونت الصخور القديمة التي اكتشفت على سطح الأرض اليوم في هذه

الفترة ، وكان لا يزال الغلاف الجوى فى مرحلة  
تكونه •

٣ - منذ ٣٣٠٠ مليون سنة : تكونت الحياة النباتية  
الوحيدة الخلية البدائية •

٤ - منذ ٣٠٠٠ مليون سنة : يعتقد أن الصخور الخارجية  
فى هيردز باسكتلندا ، قد تكونت منذ تلك الفترة ،  
والتي تعرف بالصخر اللويزيانى •

٥ - منذ ٢٥٠٠ سنة : ظهرت حياة الحيوانات وحيدة  
الخلية فى البحار •

٦ - منذ ١٦٠٠ - ١٨٠٠ مليون سنة : نشأ الوادى  
الضيق العظيم فى ولاية كلوراده بأمريكا •

٧ - منذ ٦٩٠ مليون سنة : نشأت الاسفنجيات وقناديل  
البحر والمرجان •

٨ - منذ ٥٧٠ مليون سنة : ظهر غلاف جوى للأرض  
مشابه لما هو موجود حاليا •

٩ - منذ ٤٧٠ مليون سنة : ظهرت الأسماك البدائية •

١٠ - منذ ٤٣٥ مليون سنة : ظهرت أسماك القرش  
والشفنين •



إذا رغبنا في التعرف على التفاصيل الايضاحية لتطور الحياة خلال هذه الساعة الأخيرة - التي تقدر بالنسبة لنا ، المرحلة الأكثر أهمية في نشوء الأرض - ولذا فعلينا أن نتبع عقرب الدقائق في الساعة .

١ - الانسان الحديث ( الانسان بوصفه كائنًا بيولوجيا ) ، قد وجد على ظهر الأرض ، منذ حوالي ٤٠٠٠٠ سنة أو ما يمثل بالنصف الثانية الأخيرة من مقياسنا الزمني ، الذي يبين الزمن بالدقائق ( الحلقة الخارجية ) والثواني في الحلقة الداخلية . ويعتبر هذا زمنا قصيرا جدا بالنسبة لنشوء كوكب الأرض . حيث يعود التاريخ الذي تقع فيه الحضارات الأولى ، كالحضارة المصرية القديمة الى ٦٠٠٠ عام فقط ، الذي يعتبر جزءا من الثمانية عشرة جزءا من الثانية الأخيرة من ثواني مقياس زمن ساعة الحائط .

٢ - منذ ٣٠ مليون سنة : ظهر الكنفز ، القندس ، وحيد القرن ، الأيل ، ونشأت في جبال الهيمالايا .

٣ - منذ ٤٠ مليون سنة : ظهور الرئيسيات البدائية .

٤ - منذ ٥٠ مليون سنة : ظهرت الأراب القوارض ، الفقمة ، والحيتان .

- ٥ - منذ ٦٥ مليون سنة : عصر الديناصور ينتهى • بدء  
تكون جبال روكى فى أمريكا الشمالية •
- ٦ - منذ ١٠٠ مليون سنة : بدء ظهور الحيوانات ذات  
الجراب ( الحيوانات التى بها جيوب لصغارها ) •
- ٧ - منذ ١٤٠ مليون سنة : بدأ يتشكل جنوب المحيط  
الأطلسي •
- ٨ - منذ ١٨٠ مليون سنة : بدأت اليابسة فى الانفصال  
الى قارات •
- ٩ - منذ ١٩٥ مليون سنة : ظهرت الثدييات الأولى  
وظهرت الطيور ، جنبا الى جنب مع الديناصورات •
- ١٠ - منذ ٢٠٠ مليون سنة : بدأ ظهور عصر  
الديناصورات •
- ١١ - منذ ٢٢٠ مليون سنة : بدء تكون سلسلة جزر  
انجلترا •
- ١٢ - منذ ٣٠٠ مليون سنة : بدء تكون الفحم •
- ١٣ - منذ ٣٣٥ مليون سنة : ظهور الزواحف •
- ١٤ - منذ ٣٤٥ مليون سنة : تكون جبال الكالدونية

باسكتلندا ، متكونة أساسا من الحجر الرملى  
الأحمر •

١٥- منذ ٣٧٠ مليون سنة : ظهور البرمائيات ، يعتقد انها  
كانت مخلوقات بحرية ، وتركت المستنقعات المائية  
لتتغذى على الأراضى المخضرة •

١٦- منذ ٣٨٥ مليون سنة : ظهرت نباتات فوق الأرض ،  
وكانت ذات كتل كبيرة • وعندما تقابل البحر  
باليابسة ، نشأت مستنقعات كبيرة •

من الجدير بالملاحظة أن عصر الديناصور ، قد دام لفترة  
١٥٠ مليون سنة • فعلى الانسان أن يعيش لمدة ١٤٩ مليون سنة  
أخرى ، اذا كان عليه أن يتساوى بعصر الديناصور •



## متى تكونت القارات ؟

تقع معظم مناطق اليابسة فوق سطح الأرض شمال خط الاستواء - لكنها لم تكن كذلك دائما • فعلى مدى المائتين مليون سنة الماضية ، عندما بدأت الصور الأولى للديناصور تجول في أنحاء العالم ، كانت كل بقاع الأرض متصلة ببعضها في كتلة ضخمة ، امتدت من القطب الشمالي الى القطب الجنوبي ، ومنذ ذلك التاريخ ، بدأت تلك القارة العملاقة تنقسم الى قارات ، كما نعرفها في الوقت الحالي •

في عام ١٩١٢ ، اقترح الجيولوجي الألماني ألفريد فجنر أن القارات كانت في الأصل قارة واحدة ضخمة ، تسمى « بانجيا » التي تعني بالآغريقية أم القارات وقد أتى بدليل يبين أنه منذ حوالي مائتي مليون سنة ، بدأت البانجيا في التشقق • وكان فجنر يعرف أن قشرة الأرض تتكون من نوعين رئيسيين من الصخور - كتل كبيرة من الصخر المعروف بالجرانيت ( القارات ) التي انغمرت في صخر أكثر كثافة وهو البازلت • وقد تصور قارات الجرانيت على أنها أرمات ( أطواف )

طافية على قشرة البازلت ، وقد برهن على أن القارات تنجرف ببطء . وفى حقيقة الأمر ، فنحن نعرف الآن ان حركة القارات، هى حركة بطيئة بالفعل - ما بين سنتيمتر واحد الى ١٢ سنتيمتر فى السنة .

وعلى مدى عشرين عاما ، ظل العلماء ينظرون لأفكار فجنر بارتياى شديد ، ومع مرور الوقت ، ظهرت أدلة جديدة تؤيد انزياح القارات . فإذا قارنا شكل سواحل غرب أفريقيا بسواحل شرق أمريكا الجنوبية ، يتضح أنهما قد انفصلا عن بعضهما فى يوم ما . وإذا وضعت القارات فى موضع المقارنة ، ليسى من ناحية حدود السواحل ، ولكن من عند مراكز الرفع القارية تحت البحر ، فلايزال التوائهم موجودا . فقد كانت أمريكا وأفريقيا ذات يوم متصلتان ، أى كتلة واحدة .

وقد اكتشف أيضا أن تكوين الصخور فى أجزاء شرق أمريكا الجنوبية تتطابق تماما مع تكوينات الصخور فى غربى أفريقيا . وقد ساعدت نظرية الانجراف القارى أيضا فى تفسير الصلة الوثيقة التى تربط بين أنواع الحيوانات فى الأراضي التى يفصلها الآن المحيط الأطلنطى .

وبمرور الزمن ، تركزت القارات مسافات شاسعة . ومن خلال فحص الحفريات الموجودة بالصخور ، وبواسطة

وسائل أخرى ، يستطيع العلماء الآن أن يرسموا مخطط لتاريخ مناخ منطقة ما .

وقد عرفوا ، على سبيل المثال ، أن الأتاركتيكا كانت تقع في أحد الأزمنة في المنطقة المدارية ، وكانت تقع أمريكا الشمالية على خط الاستواء . وقياس اتجاهات المجال المغناطيسي المثبتة في صخور ذات أعمار مختلفة ، استطاع الخبراء رسم انحراف أراضي الصيد في بريطانيا منذ كانت تقع جنوب خط الاستواء منذ ٤٠٠ مليون سنة .

على الرغم من أن حركة الألواح القارية حركة بطيئة جدا ، إلا أنها تتحرك بقوة هائلة ، بسبب كتلتها الضخمة . وأوضح فجنر أن الحافة الأمامية من قارة التي تتحرك خلال قشرة البازلت ، ستنبعج لأعلى مكونة سلاسل جبلية . وقد تكونت جبال الألب عندما اصطدمت أوروبا بأفريقيا ، وتكونت جبال الهيمالايا ، عندما اصطدمت آسيا بالهند .

ووضع فجنر فرضا آخر مهما يدعم نظرياته . فقد درس الرحلة الطويلة الهائلة التي يقوم بها سمك الانكليش الأوروبى من أجل التزاوج في البحر الكاريبي ، ورحلة العودة الطويلة المتساوية للمياة الأورويية التي يقوم بها صغار أسماك الانكليش .

والتفسير الوحيد الذى استطاع أن يجده فجنر لهذه الرحلات ، هو أن أسماك الانكليس لديها غريزة موروثية يرجع تاريخها الى الزمن الذى كانت فيه أمريكا وأوروبا متجاورتان .

كانت القارات جميعا فى يوم ما كتلة يابسة واحدة ، تسمى البانجيا ، والتي بدأت فى الانقسام فى العصور الكربونية الأخيرة ( منذ حوالى مائتى مليون سنة ) . فان بحر التيتان كان بحرا عميقا متسعا ، الذى يعتبر البحر المتوسط أحد آثاره الباقية ، قد امتد نحو الشرق - الغرب - وفى النهاية ، قسم « القارات العظمى » ليوراسيا وجوندوانلند . وأوضاع القطبين ( الشمالى والجنوبى ) أدت الى ظروف مناخية مختلفة تماما فى مناطق معينة عن ظروفها المناخية الحالية . وعلى سبيل المثال ، فان بريطانيا ، كانت فى يوم من الأيام تعيش حياة استوائية .

كما اكتشف الجيولوجيون الحقائق تلو الأخرى عن تاريخ الأرض ، وبات من الواضح أن الأرض التى نعيش عليها ليست صلبة تماما كما يبدو عليها بالفعل . فالأرض التى تحت أقدامنا هى فى حركة مستمرة ، وبدراسة هذه الحركة سوف نكون قادرين على استنباط ما يحمله المستقبل لكوكبنا الأرض .

وعلى سبيل المثال ، هناك الكثير من الأبحاث الجارية لدراسة الحركات الأرضية المحتملة لفاق سان أندريه فى



كاليفورنيا • ففي هذا الفالق ، ينزلق اللوح القارى العظيم  
لأمريكا الشمالية ، على لوح الباسيفيكي • لكنه لا ينزلق  
بسهولة ، فلا تزال هناك مقاومة هائلة مركبة ، وفجأة ،  
استسلم الصخر ، وحدث زلزال ، كالزلزال الذى ضرب  
سان فرانسيسكو فى عام ١٩٠٦ •

• ومما لاشك فيه أن الاجهاد لا يزال يتعاظم مرة أخرى على  
طول فالق سان أندريه ، وهذا الاجهاد سوف يخف من خلال  
حركة أرضية حوالى بضعة أمتار فقط ، فى غضون مئات السنين  
القليلة القادمة •

لا يزال الانسان عديم الحيلة بالنسبة لحركة القارات •



## صخرا جرانيتيا عمره ألفين مليون سنة

(( توجد في الوادى الضيق العظيم (Grand Canyon) بولاية اريزونا بالولايات المتحدة ) الذى يبلغ طوله ٣٢٠ كم وعمقه ١٦٦ كم ) ، احد العجائب الطبيعية ، والتي الى حد علمي ، لا يوجد مثيل لها على مستوى العالم )) •

هكذا عقب الرئيس الأمريكى ، تيودور روزفلت ( ١٨٥٨ - ١٩١٩ ) السياسى الأمريكى والرئيس السادس والعشرون للولايات المتحدة الأمريكية فى الفترة من ١٩٠١ الى ١٩٠٩ ) ، بعد أن زار أرض العجائب عام ١٩٠٣ • وقد وجدت كلماته صدى لدى الملايين من شعبه منذ ذلك التاريخ •

فى موضوع من أين تبدأ الأنهار ؟ قرأت كيف يشق النهر طريقه فى مساره عبر الأرض ، وكيف يبلى الصخور والتربة فى مجراه • فالوادى الضيق العظيم هو أحد الأمثلة الحية لهذا النوع من التعرية • فلا يوجد مكان آخر من العالم يمكن مشاهدة تأثير المياه الجارية على الأرض بهذه الصورة •

فالنهر الذى أحدث ذلك التغيير هو نهر كلورادو ، الذى ظل على مدى ملايين السنين ، يقطع ويمزق طريقه خلال الريف ، الى أن شكل هو ورواده بمساعدة الرياح والصقيع ، عدد لا يحصى من الخواثق تمتد لآلاف الكيلو مترات . ولعل أعظم هذه الوديان الضيقة أو الخواثق ، هو الوادى الضيق العظيم .

هذا الوادى الضيق العظيم الذى يبلغ طوله ٣٥٠ كم ، ويتراوح عرضه ما بين ٦ الى ٣٠ كيلو مترا ، ويصله عمقه الى كيلو مترا ونصف . ويظهر النهر من حافته العليا ، وانه مجرد مجرى هزيل ، مع أنه يزيد على تسعين مترا عرضا وتسعة أمتار عمقا ، ويندفع بسرعة هائلة ، ويتخطى الجلاميد والبصخور ممخضا المياه الى شكل الزبد الأبيض .

عاش الهنود فترة طويلة فى المنطقة ، بينما كان أول أوربيين يشاهدون الوادى الضيق ، كانوا فرقة من الجنود الأسبان تحت قيادة دون جراسيا لوبيه دى كارديناس . وكان ذلك فى عام ١٥٤٠ . وبعد أن أدرك القائد أن منطقة الوادى عائقا يصعب اجتيازه ، ولما لم يكتشف أية آثار للذهب فى المنطقة ، فقد واصل سيره الى مكان آخر ، ولأكثر من ثلاثة قرون ظلت هذه المنطقة المنيعه ، مجهولة بالفعل ولم يفكر أحد فى استكشافها .

ولم يكن قبل ما يزيد على مائة سنة بقليل حتى تم اجراء

مسح شامل للمنطقة ، حيث قاد الجيولوجى الأمريكى جون ويسلى بوبل فريقا من البلشين على ظهر قوارب تجديد .

وقد كتب : « تتحد كل هذه الوديان الضيقة لتكون واديا ضيقا واحدا ، يعتبر من أجمل المناظر الرائعة على وجه الأرض .

منذ ذلك التاريخ ، كان الوادى الضيق العظيم محط أنظار ملايين الناس . ويزوره فى الوقت الحالى ما يزيد على ثلاثة ملايين شخص كل عام . والبعض يأتى فى رحلات جماعية لمشاهدة الريف البرى بأشكاله العجيبة وجباله المنحوتة ، والبعض يقوم برحلة استكشافية للقاع على طول الممر الضيق الجميل - أما على ظهر البغال أو سيرا على الأقدام ، والبعض يأتى لتحدى قوة النهر فى قوارب طويلة ، والبعض يأتى ليفهموا سر عظمته المهيبة .

ويأتى هنا أيضا العلماء والطلبة من أجل مشاهدة جوانب الممر الضيق التى يبلغ ارتفاعها الكيلو متر ونصف ، وطبقات الصخر متعددة الألوان ، التى يتغير لونها مع ساعات النهار تبعا لدرجة سطوع الشمس ، وتكشف عن النمط الكامل لتغيرات الأرض فى فترة تغطى مئات الملايين من السنين .

ومن خلال فحص طبقات الصخر العديدة الظاهرة ، ودراسة بقايا حفريات نباتات ما قبل التاريخ ، والأسماك

والحيوانات الصغيرة ، يستطيع العلماء أن يكشفوا عن قصة القشرة الأرضية ، بثقة كاملة ، مثلما يكشف كاتب القصة البوليسية عن تفاصيل ذلك الذى قام بهذه القصة الغامضة .

ويستطيعون أن يروا كيف تشكلت الجبال العظيمة على مدى ملايين السنين من خلال حركات القشرة الأرضية ، أو الثوران البركاني ، وكيف بليت هذه الجبال ، وتحولت بفعل التعرية الى أرض منبسطة ، وكيف طغت البحار على السهول وغمرتها تماما - ان نمط الحركة والفيضان والتعرية ، يتكرر مرات عديدة .

ويتكون القاع السفلى الضيق من صخر الجرانيت ، الذى ربما يكون قد تكون منذ ٢٠٠٠ مليون سنة من صخر ساخن سائل يشبه الحمم ، قذفت به البراكين . ثم تأتى بعد ذلك طبقات من الحجر الجيري والطفل الصفحي ، الذى تكون عندما رسبت البحار ترسيباتها على الأرض ، والحجر الرملى الذى يتكون من حبيبات الرمل المتكدسة والمنضغطة .

وبنفس الطريقة ، فكما تدلنا حلقات الشجرة المقطوعة على قصة حياتها ، فنفس الشيء ينطبق على طبقات صخور الوادى الضيق التى تحكى لنا قصة أريزونا . فكل شيء موجود هناك لكى تراه العين الخيرة ، خريطة تسجل التاريخ بكل وضوح مثل المدرس الذى يرسم خريطة على سبورة .

## هل يمكن للمياه أن تصنع صخورا جميلة ؟

لا يوجد شيء يخيف أكثر من قطرة تتساقط بانتظام ، قطرة ماء في ظلمة جوف الأرض • وعمق بعيد تحت الأرض ، تصنع هذه القطرات المنتظمة ، اشكالا رائعة من الأحجار ، التي اذا عهد بها لفنان ، فلقد يحتاج تشكيها مئات السنين •

تتكون الكهوف الموجودة تحت الأرض عادة من الصخور - الحجر الجيري على وجه الخصوص - الذي يتحلل في الماء • ومن الواضح أن هذه الصخور لا تتحلل بسرعة ، لكنه بمضى السنين ، تستطيع الفراغات الكبيرة تحت الأرض أن تتشكل اذا وجد هناك ماء جار - وخصوصا اذا احتوى ذلك الماء على ثانى أكسيد الكربون المذيب ، الذي يجعل منه حامضا خفيفا • تنشأ الهوابط والصواعد (Stalactities & Stalagmites) وتكوينات الكهوف الأخرى ، عندما يدخل الماء المتقطر أو السائل كهفا كبيرا تم

انشأؤه من فترة بعيدة من خلال جداول المياه المندفعة  
تحت الأرض بقوة •

يكون نز الماء الذى يأتى من الشروخ الصغيرة الموجودة  
بسقف الكهف ، مشبعا بالحجر الجيرى المتحلل • بينما داخل  
كهفا كبيرا ، فقد تتبخر بعض المياه ، أو يتصاعد بعض من ثانى  
أكسيد الكربون الموجود بالماء الى الهواء • وفى أى من  
الحالات ، يمكن أن يحمل الماء الآن قليلا من الحجر الجيرى  
الذائب ، الذى يترسب لهذا السبب - وغالبا ما يشكل  
منشآت صخرية فى غاية الروعة •

وتوضح الرسومات كيف نشأت تكوينات نوعى الكهف  
المشهورين الهوابط ( التى تنمو لأسفل من سقف الكهف )  
والصواعد ( التى تنمو لأعلى من أرضية الكهف ) • فعندما  
ترسب كل قطرة ماء قليلا من الحجر الجيرى قبل أن تنزل الى  
قاع الكهف ، يتمدد ، ويترسب المزيد من الحجر الجيرى • وعلى  
ذلك ، تنمو الأصابع الشبيهة بالكتل الجليدية المدلاة ، لأسفل  
من سقف الكهف ، ولأعلى من أرضية الكهف •

ويبلغ سمك أبسط أنواع الهوابط ، ستة مليمترات - وهو  
سمك قطرة الماء • ولها قناة مركزية ضيقة ينباب منها الماء •



ولكن مع نمو الهوابط ، يجرى الماء عادة لأسفل محولا  
الهابط مخروط مستطيل •

ولا يوجد للصواعد ، التى تتكون من قطرات الماء  
الموجودة فى سقف الكهف قلب مركزى ، وعادة ما تكون أكثر  
سمكا من الهوابط • وعلى مدى العديد من السنين ، قد يلتقى  
الصاعد بالهابط فى الوسط ليكونا معا عمودا من الصخر •

## ما هو الشهاب ؟

في كل يوم من حياتنا ، يغترق الغلاف الجوى للأرض حوالي ٨٠٠٠ مليون شهاب ، وتحتجزه جاذبية كوكبنا ، وهو مندفع نحونا بسرعة تصل ٤٠ كم في الثانية • ولحسن حظنا ، القليل جدا منها الذى يصل الأرض ، بسبب وجود طبقة واقية من الغلاف الجوى • وكل هؤلاء الزوار تقريبا من الفضاء ، يتبخرون على ارتفاع ٨٠ كم فوق رؤوسنا •

ما الشهاب ؟ القول المختصر ، انه أى قطعة من مادة صلبة، ليست من الضخامة حتى نسميها كويكب ( وهو الكوكب الصغير من الدورات حول الشمس ، معظمها بين مدارى المريخ والمشتري ) • فالشهب لا تأتى من الفضاء الخارجى ، فهي جزء من نظامنا الشمسى ، وتدور فى مدارات أهليجية منتظمة حول الشمس •

قد نعتقد أن الفضاء ، فراغ موجود خارج الغلاف الجوى للأرض ، لكنه ليس كذلك تماما • فقد أظهرت حسابات

الفلكيين ، أنه يوجد في « فراغ » الفضاء حوالي ١٠٠٠ جسيم في كل كيلو متر مكعب منه . معظم هذه الجسيمات صغيرة جدا - يتراوح مقطعها ، بدءا من ١٠٠/١٠٠٠ جزء من السنتيمتر الى واحد مليمتر .

لكن حتى ذلك الجزئ الذي يبلغ قطره مليمتر واحد ، والذي يمكن أن يحدث ذلك الاندفاع المفاجئ للضوء في سماء الليل ، نطلق عليه النيزك ( الشهاب ) ، عندما يدخل فجأة في غلافنا الجوي ، ويصبح ساخنا أبيض عند احتكاكه بالهواء والجسيمات بمثل هذا الحجم تحترق في السماء قبل أن تصل الأرض . وهناك شهب أكبر - بعضها يصل قطره بضع من سنتيمتر ، وتعتبر أنصع من أنصع النجوم عندما توهمض نحونا ، ولا تزال هناك شهب أكبر ، وبعض من هذه الشهب الكبيرة ، أو أجزاء منها تصل الأرض مثل الرجم أو الحجر النيزكي .

لقد قدر أن حوالي ٤٠٠ طن من المواد النيزكية تهبط على سطح الأرض كل يوم ، خصوصا الجسيمات الدقيقة التي لا يمكن للعين المجردة أن تلاحظها .

وتعتبر الرجم الكبيرة نادرة تماما . فقد أحضر المستكشف القطبي روبرت بيرى معه من جرينلاند ، رجما يزن ٣٦ طنا ،

في حين أن العينة الكاملة الكبرى ، اكتشفت بالقرب من هوبا  
في دولة ناميبيا ( جنوب غرب أفريقيا ) • وكان هذا الرجم  
يزن ستون طنا •

لكننا نعرف أن الكثير من الرجم اصطدمت بالأرض في  
الماضى • فمنذ حوالي ٢٠٠٠٠ سنة ، غاصت في صحراء أريزونا  
قطعة ضخمة من المعدن ، يصل قطرها عشرون مترا ، وكانت  
تتكون من الحديد والنيكل • هذا الرجم العملاق ، ربما كان  
يصل وزنه حوالي المليون طن عندما كان يشق طريقه نحو الأرض  
حتى ترك حفرة عمقها مائتي متر وقطرها ألف ومائتي مترا •  
وقدر العلماء أن انفجار هذا الرجم عند اصطدامه قد حرك  
حوالي ٣٠٠ مليون طن من الصخر من مكانها •

ان تكرر سقوط مثل هذه الرجم قليل وتحدث على  
فترات متباعدة ، لكن هذا القرن شهد سقوط رجمان كبيران  
بنسبيا • ومن الغريب أنهما سقطا في منطقة قاحلة غير آهلة  
بالسكان في سيبيريا بروسيا • أحدهما وقع في عام ١٩٤٧ ، بينما  
سقط الآخر قبله بحوالي ٤٠ سنة ، ولا يزال ليس له تفسير  
حقيقي •

وفي ٣٠ يناير عام ١٩٠٨ ، حدث انفجار ضخم في خرابة  
موحشة بالقرب من نهر تانجسكا ( أحد روافد نهر ينسي في

وسط روسيا الآسيوية) . وقد شوهدت كرة من الذهب ،  
وتطايرت النوافذ على بعد ١٥٠ كم ، وصاحبها ضوضاء مزجرة  
أشبه بالرعد . وقد سجل ضغط الانفجار في مقياس الضغط  
بانجلترا .

### اكتشاف غريب :

وتيجة لتضرر الوصول الى المنطقة ، تطلب تجهيز بعثة  
علمية سنوات عدة ، وبدا أن رجما ضخما هو التفسير الأكثر  
احتمالا . لكن العلماء عندما وصلوا في النهاية الى الموقع ،  
وجدوا منظرا غير عاديا : غابة ، يبلغ عرضها كيلو مترا ونصف ،  
وزيد طولها على ثلاثين كيلو مترا ، مسطحة تماما ، وحرارة  
شديدة أحرقت المنطقة جميعا .

... اذا كان السبب في الحريق هو رجم ، حينئذ فقد كان رجما  
عملاقا ( يزيد على ٥٠٠٠٠ طن ) ، الذي اقترب من الغلاف  
الجوى للأرض بزاوية منخفضة . ومع ذلك ، لم يوجد أثرا  
لحفرة ، ولم توجد شظايا شهاب واضحة .

وقد يكون التفسير المحتمل ، هو أن الرجم انفجر فوق  
الأرض ، وتبخر أثناء انفجاره . لكن مستويات النشاط الإشعاعي  
في المنطقة كانت عالية ، والنباتات المتغيرة في المنطقة القريبة ،  
قد أوحى بفبار ذرى متساقط . ويحتمل أن تكون نواة مذنب ،

هى التى أحدثت هذا الانفجار المفاجئ العنيف • وإذا كان قد حدث هذا فى منطقة مكتظة بالمباني مثل موسكو ، فقد كان الدمار وضريبة الموت ، ستصبحان أكبر من الدمار الذى يحدثه انفجار قنبلة هيدروجينية •

ويمكن فى أى ليلة صافية مشاهدة شهاب يومض بين حين وآخر عبر السماء • بينما يوجد أحيانا وابل من الشهب ، يعتقد العلماء أنها تأتي من الحطام الموجود فى أذبال المذنبات • ويدور هذا الوابل أيضا فى مدارات أهليجية حول الشمس • وعندما يدخل مثل هذا الوابل الغلاف الجوى للأرض ، تبدو سماء الليل وكأنها ممتلئة بالشرر المتساقط •

وعلى سبيل المثال ، فى عام ١٩٦٦ ، أحدث ما يسمى بالوابل الأسدى ، ٢٠٠٠ شهابا مثيرا فى دقيقة واحدة • (وقد سمى الوابل بهذا الاسم ، لأنه يبدو أن الشهب تأتي من منطقة كوكبة الأسد ، ويظهر أن حدوثها يتكرر مرة كل ٣٣ سنة ) • ان أهم الوابلات السنوية المعروفة فى شمال الكرة الأرضية ، تسمى بفرسيدس (perseids) • ويحدث هذا الوابل بين العاشر والثالث عشر من أغسطس كل عام ، وتأتى شهبه من مرات متوازية من جهة كوكبة الجبار •

وعلى الرغم من أنه يوجد ملايين من الشهب التى تنطلق نحو غلافنا الجوى ، فمن المستبعد تماما أن يصطدم الانسان

بواحد منها في يوم من الأيام ، ففي حقيقة الأمر ، لا توجد حالة موثوق من صحتها تقول بأن شخصا قد قتله شهاب . في عام ١٩٥٥ ، في مدينة سيلاكواجا بولاية أريزونا بالولايات المتحدة ، اصطدمت سيدة أثناء نومها بنفخة غير مباشرة من شهاب ، نفذ خلال بيتها من أحد النوافذ المفتوحة . وكانت هذه هي « النجاة بأعجوبة » الموثقة .

هناك ثلاثة أنواع من الرجم : النوع الأول المصنوع كلية من الحجر - سيليكات تقريبا ، النوع المصنوع من المعدن - سبيكة من الحديد والنيكل تقريبا ، ومعادن أخرى ، وذلك النوع الذي يتكون من خليطا من النوعين الأولين . وتتكون معظم الشهب من النوع الحجري ، والقليل جدا منها من الحجر والحديد .

تعتبر الرجم ذات قيمة كبيرة بالنسبة للعلم ، لأنها الأجسام الوحيدة التي تأتي إلينا من خارج الأرض . وتعتبر ذات قيمة مهمة اذا ما اكتشفت وحلت قبل أن تتلوث بالمواد الموجودة بشكل طبيعي على سطح الأرض . وقد يرجع تاريخ هذه الشهب الزائرة من الفضاء الى زمن تكون النظام الشمسي نفسه . وعلى ذلك فهي تقدم لرجال الفلك مزيدا من المعلومات عن عمر الشمس وكواكبها التي تدور حولها ، وأرضا عن التركيب الكيميائي للكون نفسه .

وعلى الرغم من أنه من غير المحتمل أن تشاهد سقوط رجم،  
الا أنه من المؤكد يمكنك أن ترى العديد من « النيازك » ، إذا  
راقبت سماء الليل في الأوقات المناسبة ، ولكن إذا أمكن ، فمن  
المفيد زيارة أحد المتاحف ومشاهدة بعض من هذه « الأحجار  
المتساقطة من السماء » .



## الفهرس

### الصفحة

٧	... ..	مقدمة
٩	... ..	ما هو البركان
١٧	... ..	جبال الجليد تحت الماء
٢٣	... ..	اسباب حدوث الزلازل
٣٥	... ..	من أين تبدأ رحلة الأنهار
٤٣	... ..	أعلى درجات الحرارة ٠٠ في العالم
٥١	... ..	المناطق الصحراوية في العالم
٥٥	... ..	الأمواج وشكل الشواطئ
٥٩	... ..	الفرق بين الطقس والمناخ
٧٩	... ..	متى يتخلف الغلاف الجوى ؟
٨٩	... ..	أى أنواع السحب التى يمكنها أن تحدث اعصارا ؟
٩٩	... ..	ما هى الرياح التجارية ؟
١٠٧	... ..	لماذا يحدث كسوف الشمس ٠٠ وكسوف القمر ؟

## الصفحة

١١٣	... .. لماذا يعلو ويهبط البحر ؟
١٢١	... .. هل تغير الرياح شكل الصخور ؟
١٢٩	... .. أين اكتشفت معظم الحفريات
١٣٧	... .. كم يبلغ عمر الأرض ؟
١٤٧	... .. متى تكونت القارات
١٥٣	... .. صخرًا جرانيتيًا عمره الفين مليون سنة
١٥٧	... .. هل يمكن للمياه أن تصنع صخورًا جميلة ؟
١٦٠	... .. ما هو الشهاب ؟

مطابع الهيئه العامه للكتاب

I . S . B . N      ٩٩ / ٩٧.٧  
 977 - 01 - 6262 - 0





المعرفة حق لكل مواطن وليس للمعرفة سقف ولا حدود  
ولا موعد تبدأ عنده أو تنتهى إليه.. هكذا تواصل مكتبة الأسرة  
عامها السادس وتستمر فى تقديم أزهار المعرفة للجميع. للطفل  
.. للشباب.. للأسرة كلها. تجربة مصرية خالصة يعم فيضها ويشع  
نورها عبر الدنيا ويشهد لها العالم بالخصوصية وما زال الحلم  
يخطو ويكبر ويتعاضد وما زلت أحلم بكتاب لكل مواطن ومكتبة  
لكل أسرة... وأنى لأرى ثمار هذه التجربة يانعة مزدهرة  
بأن مصر كانت وما زالت وستظل وطن الفكر المتحرر و  
والحضارة المتجددة.

سوزان مبارك

Bibliotheca Alexandrina



0416581



١٢٥ قرشاً

مكتبة الأسرة  
1999  
مهرجان القراءة للجميع